



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA

MYLENA LOUZADA FERREIRA
VINÍCIUS ALVES DE ANDRADE

PROJETO MONTE DO CARMO
TRABALHO FINAL DE GRADUAÇÃO – TF 2018

BRASÍLIA/DF
2018

FOLHA DE APROVAÇÃO

PROJETO MONTE DO CARMO TRABALHO FINAL DE GRADUAÇÃO – TF 2018

Autores:

**Mylena Louzada Ferreira
Vinícius Alves de Andrade**

Monografia submetida ao corpo docente do Curso de Graduação em Geologia, do Instituto de Geociências da Universidade de Brasília – UnB, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Geologia.

Aprovação concedida por Banca Examinadora composta por:

Federico Alberto Cuadros Jiménez – Orientador
Professor Adjunto da Universidade de Brasília – UnB
Doutorado em Geologia pela Universidade de Brasília - UnB

Jéssica Gomes de Almeida Maia – Membro
Geóloga na Agência para o Desenvolvimento Tecnológico da Indústria Mineral
Brasileira - ADIMB
Mestrado em Geologia pela Universidade de Brasília - UnB

Reinhardt Adolfo Fuck – Membro
Professor Emérito da Universidade de Brasília
Doutorado em Geologia pela Universidade de São Paulo

Brasília-DF, 05 de Dezembro de 2018.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA

MYLENA LOUZADA FERREIRA – 13/0144541
VINÍCIUS ALVES DE ANDRADE – 13/0136859

PROJETO MONTE DO CARMO
TRABALHO FINAL DE GRADUAÇÃO – TF 2018

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Geociências como requisito à obtenção do diploma do Curso de Graduação em Geologia.

ORIENTADORES

Elton Luiz Dantas (Coordenador)
Adriana Maria Coimbra Horbe
Elder Yokoyama
Eliza Nunes Peixoto
Federico Alberto Cuadros Jiménez
Jérémy Garnier
Luís Gustavo Ferreira Viegas
Natalia Hauser
Nilson Francisquini Botelho
Suzan Waleska Pequeno Rodriques

BRASÍLIA/DF
2018

AGRADECIMENTOS

Um trabalho das proporções do Trabalho Final do curso de Geologia da Universidade de Brasília – UnB não pode ser feito sozinho. Em primeiro lugar, porque o volume de dados gerados durante sua realização pode ser – parafraseando uma amiga do projeto – comparado à compilação de, no mínimo, 5 TCCs –Trabalhos de Conclusão de Curso. Em segundo lugar, porque o nível ao qual se eleva o projeto quando se une conhecimento de tantas pessoas capacitadas é imensurável.

Portanto, agradecemos, primeiramente, um ao outro por todo incentivo, conhecimento trocado e apoio. Agradecemos também aos nossos colegas de projeto, que compartilharam conosco a vontade de fazer do Projeto Monte do Carmo um trabalho de excelência. Assim como nossos professores e orientadores, que sempre foram solícitos. Por fim, o nosso muito obrigado(a) às nossas famílias e amigos, que, mesmo de fora da “bolha geológica”, souberam entender nossas dificuldades e nos apoiar em todos os momentos.

RESUMO

O Projeto Monte do Carmo representa o Trabalho Final de Graduação em Geologia realizado no ano de 2018 por alunos da Universidade de Brasília e tem como produto final um mapa geológico na escala de 1:50.000 de uma área de 2.536 km², dividida em 19 subáreas e localizada na região de Porto Nacional na porção central do estado do Tocantins. O presente relatório refere-se ao produto do mapeamento geológico realizado pela equipe da Área XIV que, com base nos dados bibliográficos, aerogeofísicos, de sensoriamento remoto, petrográficos, mineralógicos e estruturais descreveu as unidades litoestratigráficas da área, que incluem os sienogranitos Do Carmo, os quartzitos da Unidade Metavulcanossedimentar Indiferenciada, xistos com quantidades variáveis de clorita, óxidos e anfibólios da Intrusão Máfico-Ultramáfica Marimbondó (com alteração e deformação intimamente associada à Zona de Cisalhamento Areias), e os riolitos, siltitos, grauvas e conglomerados polimíticos da Formação Monte do Carmo. Também são sugeridas potencialidades econômicas na área relacionadas à ocorrência de sulfetos, óxidos, fosfatos, rochas ornamentais e/ou de revestimento, feldspato potássico e agregados. Um modelo de evolução geológica da região é proposto, consistente na geração de complexos metamórficos de médio a alto grau em ambientes de arco, que posteriormente foram acrecionados a um continente (2.10-2.05 Ga) e passaram por processos de deformação durante a Orogênese Brasileira (810-490 Ma). Ao longo da história geológica da região foram depositadas várias sequências sedimentares e vulcanossedimentares que deram origem às unidades encontradas hoje na área de estudo, finalizando com a deposição dos sedimentos da Bacia do Parnaíba durante o Paleozóico.

Palavras-chave: Projeto Monte do Carmo, Mapa Geológico 1:50.000, Intrusão Máfico-Ultramáfica Marimbondó, Zona de Cisalhamento Areias, Orogênese Brasileira.

ABSTRACT

The Monte do Carmo Project encompasses the geology course completion work developed in 2018 by students of the University of Brasília. The Project included geological mapping in 1:50.000 scale of a 2,536 square kilometers area, divided into 19 sub-areas and located in the region of Porto Nacional, central portion of the Tocantins State, Brazil. This report refers to the geological mapping carried out by team XIV based on bibliographic, aerogeophysical, remote sensing, petrographic, mineralogical and structural data, aiming to describe lithostratigraphic units of the sub-area. The geological units found within sub-area XIV correspond to Do Carmo syenogranite, quartzite of an unspecified Volcano-sedimentary Unit, chlorite-Fe-oxide-amphibole schists having rocks of the Marimbondo Mafic-ultramafic Intrusion as protoliths (which were deformed within the context of the Areias Shear Zone), and rhyolites, siltstones, graywackes and polymictic conglomerates all grouped within the Monte do Carmo Formation. In addition, economic potential related to the occurrence of sulfides, oxides, phosphates, ornamental rocks, potassium feldspar and aggregate materials is discussed. A geological evolution model is proposed in which medium- to high-grade metamorphic complexes formed within an arc setting, with subsequent accretion onto a continental mass (2.10-2.05 Ga), and deformation that took place during the Brasiliano Cycle (810-490 Ma). Several sedimentary and volcano-sedimentary sequences were deposited along the geological history of the region, giving origin to units currently found within the area of study. Parnaíba Basin sediments were deposited during Palaeozoic times, thus giving origin to the units located at the top portion of the stratigraphic column.

Keywords: Monte do Carmo Project, Geological Mapping 1:50.000, Marimbondo Mafic-ultramafic Intrusion, Areias Shear Zone, Brasiliano Cycle.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

1Dz	Primeira Derivada Vertical
ACGS	<i>Aerospace Cartographic and Geodetic Service</i>
AGHT	Anomalia do Gradiente Horizontal Total
ANA	Agência Nacional de Águas
ANP	Agência Nacional do Petróleo
ASA	Amplitude do Sinal Analítico
CGPN	Complexo Granulítico Porto Nacional
CMA	Campo Magnético Anômalo
CMC	Campo Magnético Crustal
CME	Campo Magnético Externo
CMI	Campo Magnético Interno
CPRM	Serviço Geológico do Brasil
cps	contagem por segundo
Dx, Dy, Dz	Derivadas nas direções X, Y e Z, respectivamente
EDS	Espectroscopia de Energia Dispersiva
eTh	Tório Equivalente
eU	Urânio Equivalente
FMC	Formação Monte do Carmo
GHT	Gradiente Horizontal Total
H ₂ O ₂	Peróxido de Oxigênio
HCl	Ácido Clorídrico
HF	Ácido Fluorídrico
HNO ₃	Ácido Nítrico
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDEB	Índice de Desenvolvimento da Educação Básica
IDMH	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IGRF	<i>International Geomagnetic Reference Field</i>
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
ISA	Inclinação do Sinal Analítico
LTB	Lineamento Transbrasiliano
MDE	Modelo Digital de Elevação

MMA	Ministério de Meio Ambiente
MUM	Máfico(a)-Ultramáfico(a)
N//	Nicóis paralelos
NX	Nicóis cruzados
<i>OLI</i>	<i>Operational Land Imager</i>
PF	Perda ao Fogo
PIB	Produto Interno Bruto
PMC	Projeto Monte do Carmo
ppm	partes por milhão
RGB	Composição Ternária. R – Red; G – Green; B – Blue
RH	Região Hidrográfica
SA3D	Sinal Analítico 3D
<i>SAR</i>	Radar de Abertura Sintética
SEPLAN	Secretaria de Planejamento e Orçamento
T _{DM}	Idade Modelo
TF	Trabalho Final
<i>TIRS</i>	Sensor Infravermelho Térmico
TTG	Tonalito-Trondhjemitó-Granodiorito
UFPA	Universidade Federal do Pará
UG	Unidade Geomorfológica
UnB	Universidade de Brasília
USGS	<i>United States Geological Survey</i>
USP	Universidade de São Paulo
ZC	Zona de Cisalhamento

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-1: Figura de localização Projeto Monte do Carmo. Em hachurado, destaque para área XIV, fonte de dados deste relatório.	21
Figura 1-2: Região Hidrográfica Tocantins-Araguaia.....	23
Figura 1-3: Unidades Geomorfológicas da área do Projeto Monte do Carmo, delimitado em verde.	25
Figura 2-1: Fluxograma de tratamento das imagens dos satélites Landsat 8 e ALOS.....	33
Figura 2-2: Fluxograma de processamento dos dados aeromagnetométricos.	35
Figura 2-3: Fluxograma de processamento dos dados aerogamaespectrométricos.....	36
Figura 3-1: Localização, geologia e domínios tectônicos da porção centro-norte da Província Tocantins, área de estudo do Projeto Monte do Carmo.	41
Figura 3-2: Mapa de idades T_{DM} Projeto Monte do Carmo. As idades obtidas nos anortositos foram atribuídas a zircões herdados no trabalho de Lima (2008).....	52
Figura 3-3: Figura de lineamentos estruturais interpretadas da área do Projeto Monte do Carmo através de produtos de aeromagnetometria (TILT, 1Dz e GHT).....	55
Figura 3-4: Mapa de domínios magnéticos SA3D.	56
Figura 3-5: Mapa de domínios com amplitude de sinais analíticos.....	56
Figura 3-6: Domínios gamaespectrométricos da área do projeto Monte do Carmo delimitados a partir da composição ternária RGB e do modelo digital de elevação (MDE) ao fundo.....	59
Figura 4-1: Mapa de elementos tectônicos regionais e domínios estruturais do PMC.....	70
Figura 4-2: Mapa de elementos tectônicos rúpteis regionais do Projeto Monte do Carmo. ..	74
Figura 4-3: Ouro livre encontrado em veio de quartzo na subárea II, provindo de alteração hidrotermal, com granulação inferior a 0.5 mm.	76
Figura 5-1: Domínios gamaespectrométricos - Área XIV.....	80
Figura 5-2: Espectro da biotita. Análises EDS.....	85
Figura 5-3: Espectro da monazita. Observar incorporação de elementos Terras Raras. Análises EDS.....	85
Figura 5-4: Contato entre a sequência máfico-ultramáfica (MUM) Marimbondo em primeiro plano, Formação Monte do Carmo e Grupos Serra Grande e Canindé, unidades do compartimento denominado Bacia do Parnaíba, no topo da estratigrafia.....	97
Figura 5-5: Lineamentos dos regimes rúptil e rúptil-dúctil observados na área XIV. A) Em Modelo Digital de Terreno. B) Produto TILT de magnetometria.	108

Figura 5-6: Zona de cisalhamento discreta, de espessura centimétrica, do domínio estrutural I. Possui orientação N-S e foliação com mergulho para leste. A foliação indica cinemática dextral.....	109
Figura 5-7: Figura esquemática da região da zona de cisalhamento Areias, onde observa-se que a porção interior dessa, para onde convergem as setas amarelas, possivelmente acomodam mais a deformação devido a um enfraquecimento reológico ocasionado pela deformação na presença de fluidos. Em 1, clorita-xisto milonitizado na borda NW da ZC Areias. Em 2, Ti-hematita-clorita-xisto milonitizado com intensa segregação metamórfica. Em 3, epidoto-cloritito não deformado. a) Fotomicrografia. b) Fotografia macroscópica.....	110
Figura 5-8: Zona afetada por falha transcorrente de direção N-S. No afloramento em corte de estrada é possível observar quartzito de falha fraturado, com cristais de quartzo recristalizados e cristalização de filossilicatos, indicando hidrotermalismo. Observam-se <i>steps</i> que indicam cinemática sinistral. Observa-se saprolito e veio de quartzo de espessura métrica. Possível transpressão associada em quartzo-muscovita-xisto localmente dobrado.	114
Figura 6-1: Imagem de retroespalhamento de elétrons em microsonda eletrônica. 001) Ti-hematita; 002) Mica paragonítica; 003) Fluorapatita; 004) Clorita e 005) Quartzo.	122
Figura 6-2: Espectro da análise EDS de um cristal de monazita.	123
Figura 7-1: Desenho esquemático ilustrando o modelo de evolução do contexto do Projeto Monte do Carmo.	127
Figura 7-2: Desenho esquemático ilustrando o modelo de evolução do estágio I.	128
Figura 7-3: Desenho esquemático ilustrando o modelo de evolução do estágio II.	129

LISTA DE FOTOS

Foto 5-1: Biotita-sienogranito de granulação grossa e com presença de KF porfirítico.	82
Foto 5-2: Biotita-sienogranito de granulação grossa. Rocha apresenta minerais bem preservados.....	82
Foto 5-3: Sienogranito hidrotermalizado com veios de quartzo de orientação NW-SE.....	83
Foto 5-4: Leucogranito hidrotermalizado. Rocha de granulação grossa e coloração esverdeada. Pobre em quartzo e biotita. Forte albitização.....	83
Foto 5-5: Fotomicrografia mostrando carbonato e sericita como produtos de alteração; Presença de quartzo menos alterado e com cor de interferência cinza. Cristais de plagioclásio com possível textura “tabuleiro de xadrez”, evidenciando a alteração sódica. Sob nicóis cruzados.....	83
Foto 5-6: Fotomicrografia mostrando quartzo com extinção ondulante e levemente recristalizado. Notar ainda maior alteração nos cristais de plagioclásio nas bordas da fotomicrografia. Sob nicóis cruzados.	83
Foto 5-7: Contato entre xenólito e granito em talude na TO-255. O enclave possui dimensão de até 3 metros neste afloramento.....	84
Foto 5-8: Afloramento com xenólito de mica branca-biotita-xisto. Rocha de granulação muito fina e alteração avermelhada. Extensão de mais de 100 metros deste litotipo.....	85
Foto 5-9: Mica branca-biotita-xisto. A rocha apresenta xistosidade, coloração esverdeada e granulação muito fina. Presença de cristais pretos de hematita euhedral de granulação fina, identificados posteriormente por análises EDS.	85
Foto 5-10: Quartzito da Unidade metavulcanossedimentar Indiferenciada. Rocha de coloração esbranquiçada. É friável, maciça e pobre em filossilicatos.....	90
Foto 5-11: Quartzito-muscovita-xisto com foliação marcada pela presença de níveis micáceos. Rocha de coloração esbranquiçada e granulação fina.....	90
Foto 5-12: Lâmina com quartzo recristalizado, muscovita de alta birrefringência. Textura lepidoblástica gerada pela grande quantidade de filossilicatos. Sob nicóis cruzados.....	90
Foto 5-13: Lâmina de quartzo-muscovita-xisto em zona de falha. Notar nível micáceo e níveis quartzo-feldspáticos. Sob nicóis cruzados.	90
Foto 5-14: Afloramento em planta de rocha foliada, de granulação muito fina e coloração verde. Classificada como clorita-xisto milonitizado.	92
Foto 5-15: Fotomicrografia sob nicóis paralelos de clorita-xisto milonitizado. Notar segregações leucocráticas formadas por cordões de quartzo. Matriz de granulação muito fina composta por Ti-hematita, clorita e epidoto.	92

Foto 5-16: Rocha friável, foliada, de coloração roxa acinzentada e com níveis leucocráticos. Classificada como Ti-hematita-clorita-xisto milonitizado. Bandas silicificadas compostas por quartzo e plagioclásio e matriz composta por Ti-hematita, paragonita, e clorita, principalmente.	93
Foto 5-17: Fotomicrografia sob nicóis paralelos de Ti-hematita-clorita-xisto milonitizado de granulação muito fina. Notar níveis quartzo-feldspáticos cloritizados e níveis ricos em Ti-hematita (opacos).	93
Foto 5-22: Amostra do actinolita-epidoto-xisto milonitizado. Rocha porfírica, foliada, com matriz de granulação muito fina e coloração verde. Fenocristais de cor preta e euhedrais - anfibólio.	95
Foto 5-23: Fotomicrografias sob nicóis paralelos de actinolita-epidoto-xisto xisto. Notar porfiroclasto de actinolita formando sombra de pressão e com inclusões de biotita, e por vezes, titanita e epidoto. Matriz de granulação muito fina composta por cristais de epidoto em porções amarronzadas, plagioclásio em porções esbranquiçadas e porção de granulação muito fina e preta, que não pôde ser identificada.	95
Foto 5-24: Rocha de coloração cinza escuro, isotrópica, de granulação muito fina, equigranular, holocristalina e subfanerítica. Classificada como epidoto-cloritito.	95
Foto 5-25: Fotomicrografia sob nicóis cruzados de epidoto-cloritito. Matriz equigranular, de granulação fina e composta por clorita e epidoto. São observados ainda cristais de euhedrais de titanita.	95
Foto 5-26: Bloco de rocha de coloração verde, foliada, e de granulação muito fina. Alteração gera rocha de cor alaranjada e com muscovita secundária.	96
Foto 5-27: Fotomicrografia sob nicóis paralelos do sercita-clorita-xisto milonitizado. Segregações de cristais de plagioclásio sericitizado e, em menor proporção, cristais de quartzo. Matriz de granulação muito fina composta por sercita, epidoto e clorita.	96
Foto 5-28: Afloramento em planta em estrada no limite sudeste da área XIV. Rocha de coloração rosa amarronzada, de granulometria argila a silte e foliada. Siltito argiloso.	98
Foto 5-29: Amostra de siltito argiloso. Rocha de coloração rosa amarronzada, de granulometria argila a silte e foliada.	98
Foto 5-30: Amostra de riolito retirada na área XVII. Coloração cinza escuro. Rocha de granulação muito fina. Matriz afanítica.	99
Foto 5-31: Lâmina delgada do riolito da área XVII. Notar cristais de quartzo e feldspato porfíricos imersos em matriz afanítica.	99
Foto 5-32: Amostra de grauvaca lítica com porções arroxeadas superficiais. Rocha de coloração cinza esverdeada, granulometria areia fina a grossa, com grãos de quartzo e plagioclásio.	100
Foto 5-33: Estratificação cruzada tabular observada em grauvaca lítica.	100

Foto 5-34: Fotomicrografia sob nicóis paralelos de grauvaque lítica. Litotipo sedimentar com clastos de rochas vulcânicas ácidas e arenitos. A matriz é composta por sericita e clorita de granulometria fina. O arcabouço é composto por grãos de quartzo e plagioclásio subangulosos e fraturados.	100
Foto 5-35: Amostra de conglomerado polimítico mal selecionado. Notar presença de fragmentos líticos de rochas sedimentares de vulcânicas ácidas em meio a matriz rica em quartzo e feldspato.	101
Foto 5-36: Amostra de conglomerado polimítico. Notar alteração na borda de fragmento lítico à esquerda na foto.	101
Foto 5-37: Fotomicrografia sob nicóis paralelos de conglomerado polimítico. Notar a presença de fragmentos líticos de tamanhos superiores a 5 mm e arcabouço rico em grãos de quartzo subangulosos. Matriz muito fina sericitizada.	101
Foto 5-38: Arenitos de coloração alaranjada devido à presença de Fe e de granulometria média a grossa.	103
Foto 5-39: Estratificação cruzada acanalada em arenito ferruginoso.	103
Foto 5-40: Nível conglomerático contínuo e de espessura constante que representa superfície de máxima regressão ou de ravinamento. Marca o fim da Fm. Jaicós.	103
Foto 5-41: Arenitos de coloração branca e por vezes alaranjada devido à presença de Fe e de granulometria média a grossa.	104
Foto 5-42: Pacotes de arenitos intercalados com finas camadas de siltito com alta concentração de Fe.	104
Foto 5-43: Detalhe do siltito ferruginoso e coeso intercalado a espessos pacotes de arenito ferruginoso.	104
Foto 5-44: Arenito de granulometria fina com intercalações de argilitos ferruginosos bastantes coesos.	104
Foto 5-45: Lajedo decamétrico de dique de microgabro. Rocha cinza esverdeada, muito fraturada, de granulação fina e fanerítica. Composta majoritariamente por massa cinza esverdeada de piroxênio e grande quantidade plagioclásio. Em menor quantidade, presença de anfibólio e quartzo.	105
Foto 5-46: Amostra de dique de diabásio. Rocha de granulação muito fina e de coloração cinza escura. Equigranular e subfanerítica a afanítica. Presença de cristais de piroxênio e plagioclásio. (TF18-XIV-76. Coord.: 8799521; 811244)	105
Foto 5-47: Blocos de laterito com textura nodular e coloração avermelhada muito escura em local de relevo arrasado.	106
Foto 5-48: Solo avermelhado em porção recoberta por crosta laterítica.	106
Foto 5-49: Amostra de laterito ferruginoso com textura nodular ou vermiforme.	106

Foto 5-50: Xistosidade em quartzo-muscovita-xisto localizado no Domínio I. Afloramento em planta onde é possível observar os planos de foliação que mergulham para NE.....	111
Foto 5-51: Detalhe da xistosidade observada no quartzo-muscovita-xisto. A foliação se torna mais penetrativa nos níveis mais micáceos.	111
Foto 5-52: Foliação milonítica em bloco do sericita-clorita-xisto na sequência máfica da Intrusão Marimbondo, no Domínio II.	111
Foto 5-53: Foliação milonítica em Ti-hematita-clorita-xisto na sequência ultramáfica da Intrusão Marimbondo, no domínio II. Neste local a foliação milonítica, de direção NE-SW, é truncada e, por vezes rotacionada por possível deformação posterior de caráter rúptil e de direção NW-SE.	111
Foto 5-54: Porfiroclastos de anfibólio (actinolita) rotacionados e arqueando a foliação da matriz filossilicática, que, por sua vez, define textura lepidoblástica. Fotomicrografia de nicóis cruzados de actinolita-epidoto-xisto da sequência máfica da Intrusão Marimbondo.	111
Foto 5-55: Transposição de foliação milonítica por possível evento rúptil posterior. Notar foliação principal, de direção horizontal, truncada por outra de direção vertical. Fotomicrografia de nicóis paralelos de Ti-hematita-clorita-xisto da sequência ultramáfica da Intrusão Marimbondo.....	111
Foto 5-56: Possível pseudotaquilito em fraturamento cataclástico presente no sienogranito do Granito do Carmo. Notar material muito fino, que pode ser vidro tectônico ou biotita secundária, preenchendo as fraturas. A orientação preferencial é na direção 180.	112
Foto 5-57: Fotomicrografia com nicóis paralelos do fraturamento cataclástico presente no Granito do Carmo. Preenchimento de material muito fino, podendo se tratar de biotita secundária ou vidro tectônico.	112
Foto 5-58: Fotomicrografia com nicóis cruzados do fraturamento cataclástico. Fraturas preenchidas por material muito fino. Notar também cristais de quartzo parcialmente recristalizados.....	112
Foto 5-59: Veios de quartzo de espessura centimétrica e de direção aproximadamente N-S deslocados por falhamentos EW.....	114
Foto 5-60: Brecha de falha. É possível observar veios de quartzo em várias orientações, típico de fraturamento hidráulico.	114
Foto 5-61: Par conjugado de juntas extensionais em corpo granítico. Preenchimento por quartzo. As direções são principalmente NW-SE e NE-SW.	115
Foto 5-62: Fraturamento extensional em dique de microgabro. As juntas são aproximadamente perpendiculares entre si, e possuem direção N-S e E-W.....	115
Foto 5-63: Fotomicrografia de nicóis cruzados de quartzito deformado em zona de falha. Notar recristalização e extinção ondulante nos cristais de quartzo.	115

Foto 5-64: Fotomicrografia de nicóis cruzados de quartzito deformado em zona de falha no contato entre o granito do Carmo e a Unidade Metavulcanossedimentar Indiferenciada. Notar zona fraturada discreta com espessura máxima de 1000 µm. Observa-se também cristais de quartzo recristalizados.	115
Foto 5-65: Dique de microgabro com juntas distensionais. Este corpo possui espessura de, no mínimo, 4 metros e se encontra intrusivo no Granito do Carmo.	116
Foto 5-66: Dique de diabásio intrusivo no Granito do Carmo. Espessura de 30 cm. Possui direção E-W e contato bem definido com a encaixante.	116
Foto 5-67: Veios preenchidos por quartzo. Possuem espessura centimétrica e ocorrem escalonados. Suas direções principais são NE-SW e NW-SE. Afloramento em talude no Granito do Carmo à beira da TO-255.	117
Foto 5-68: Acamamento sub-horizontal das rochas dos Grupos Serra Grande e Canindé, unidades do compartimento denominado Bacia do Parnaíba. Notar erosão diferencial no pacote sedimentar, o que pode estar associado à fraturamentos.	118
Foto 6-1: Sienogranito com porções oxidadas e veio sulfetado com pirita na parte superior da amostra.	120
Foto 6-2: Veios de quartzo de direção NNE-SSW no sienogranito. Notar porções de oxidação, indicando ocorrência de sulfeto.	120
Foto 6-3: Epi-sienogranito com porções oxidadas próximas a veio de quartzo sulfetado em pirita.	121
Foto 6-4: Tremolita-magnetita-xisto com magnetita euhedral.	122
Foto 6-5: Drenagem localizada no extremo sudeste da área XIV. Observar a grande quantidade de matacões em primeiro plano e granulometrias menores em segundo plano.	125

LISTA DE QUADROS

Quadro 1-1: Unidades Geomorfológicas do Projeto Monte do Carmo.....	25
Quadro 3-1: Características dos principais domínios magnéticos composicionais.	57
Quadro 3-2: Descrição das principais características dos domínios gamaespectométricos do Projeto Monte do Carmo.	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-1: Precipitação e temperatura média dos anos de 1961 a 1990 para a estação meteorológica Porto Nacional.	23
Tabela 5-1: Resultados de análises geoquímicas das amostras pertencentes à Suíte Ipueiras.	86

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 5-1: Diagrama de classificação de rochas plutônicas R1-R2 por meio de elementos maiores (De La Roche et al, 1980).	87
Gráficos 5-2: Características geoquímicas das rochas plutônicas da Suíte Ipueiras.	88

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	20
1.1	CARACTERIZAÇÃO E LOCALIZAÇÃO.....	20
1.2	OBJETIVO.....	21
1.3	ASPECTOS FISIAGRÁFICOS	22
1.3.1	Clima	22
1.3.2	Hidrografia.....	23
1.3.3	Flora	24
1.3.4	Geomorfologia	24
1.4	ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS	26
2	MATERIAIS E MÉTODOS	28
2.1	MATERIAIS	28
2.1.1	Sensoriamento Remoto e Fotogeologia.....	28
2.1.2	Dados Aerotransportados.....	29
2.1.3	Dados Orbitais.....	30
2.1.4	Softwares	31
2.2	MÉTODOS	32
2.2.1	Fotointerpretação das Imagens	32
2.2.2	Processamento dos Dados.....	32
2.2.3	Geoquímica	36
2.2.4	Microsonda Eletrônica	38
3	GEOLOGIA REGIONAL	39
3.1	CONTEXTO TECTÔNICO E ESTRATIGRÁFICO.....	40
3.2	LITOESTRATIGRAFIA E GEOCRONOLOGIA	42
3.3	INTERPRETAÇÃO GEOFÍSICA.....	52
3.3.1	Magnetometria.....	52
3.3.2	Gamaespectrometria	58
4	GEOLOGIA DO PROJETO.....	63
4.1	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	63
4.1.1	Complexo Porto Nacional	63

4.1.2	Formação Morro do Aquiles.....	64
4.1.3	Plutônicas Sin- a Pós- Tectônicas	64
4.1.4	Suíte Intrusiva Ipueiras	65
4.1.5	Suíte Vulcânica Santa Rosa	65
4.1.6	Suíte Aliança (NP3ya)	66
4.1.7	Sequência Metavulcanossedimentar Indiferenciada	66
4.1.8	Intrusões Máfico-Ultramáficas	66
4.1.9	Formação Monte do Carmo	67
4.1.10	Suíte Lajeado (NP3y2mt)	67
4.1.11	Suíte Gabro-Anortosítica Carreira Comprida	68
4.1.12	Grupos Serra Grande e Canindé	68
4.1.13	Diques e Soleiras	69
4.1.14	Lateritos (Nqdl)	69
4.1.15	Depósitos Aluvionares	69
4.2	GEOLOGIA ESTRUTURAL	70
4.2.1	Quadro Estrutural Regional	71
4.3	GEOLOGIA ECONÔMICA.....	75
4.3.1	Ocorrências e Potenciais Minerais Regionais	75
4.3.1.5	Minerais e Rochas Industriais	77
5	GEOLOGIA LOCAL	80
5.1	UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS	81
5.1.1	Suíte Ipueiras – Granito Do Carmo.....	81
5.1.2	Unidade Metavulcanossedimentar Indiferenciada.....	89
5.1.3	Intrusão Máfico-Ultramáfica (MUM) Marimbondo.....	90
5.1.4	Formação Monte do Carmo	96
5.1.5	Grupos Serra Grande e Canindé	102
5.1.6	Corpos Subvulcânicos: Diques e Soleiras	105
5.1.7	Cobertura Laterítica	105
5.2	GEOLOGIA ESTRUTURAL	107
5.2.1	Domínios Estruturais	107
5.2.2	Regimes Deformacionais.....	108

5.3	METAMORFISMO	118
6	GEOLOGIA ECONÔMICA	119
6.1	RECURSOS MINERAIS LOCAIS	119
6.1.1	Ocorrências Metálicas	119
6.1.2	Ocorrências Fosfáticas	123
6.1.3	Minerais e Rochas Industriais	124
6.1.4	Considerações.....	125
7	EVOLUÇÃO GEOTECTÔNICA	127
7.1	ESTÁGIO I – Deposição do Complexo Porto Nacional e Fm. Morro do Aquiles - 2.20 a 2.12 Ga	128
7.2	ESTÁGIO II - Orogênese Riacciana - 2.10 a 2.05 Ga.....	129
7.3	ESTÁGIO III – Deposição da Unidade Metassedimentar Indiferenciada.....	130
7.4	ESTÁGIO IVa – Ciclo Brasileiro – 810 a 490 Ma.....	130
7.5	ESTÁGIO IVb – Unidades Neoproterozóicas a Cambrianas.....	131
7.6	ESTÁGIO V – Bacia do Parnaíba	132
7.7	ESTÁGIO VI – Diques Máficos	134
8	DISCUSSÃO	135
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	136
	ANEXOS	145



1 INTRODUÇÃO

1.1 CARACTERIZAÇÃO E LOCALIZAÇÃO

O Trabalho Final (TF) de Graduação em Geologia da Universidade de Brasília (UnB) do ano de 2018 consistiu no mapeamento de uma área de 2.536 km² entre as cidades de Porto Nacional e Monte do Carmo (Figura 1-1), ambas no estado de Tocantins, Brasil.

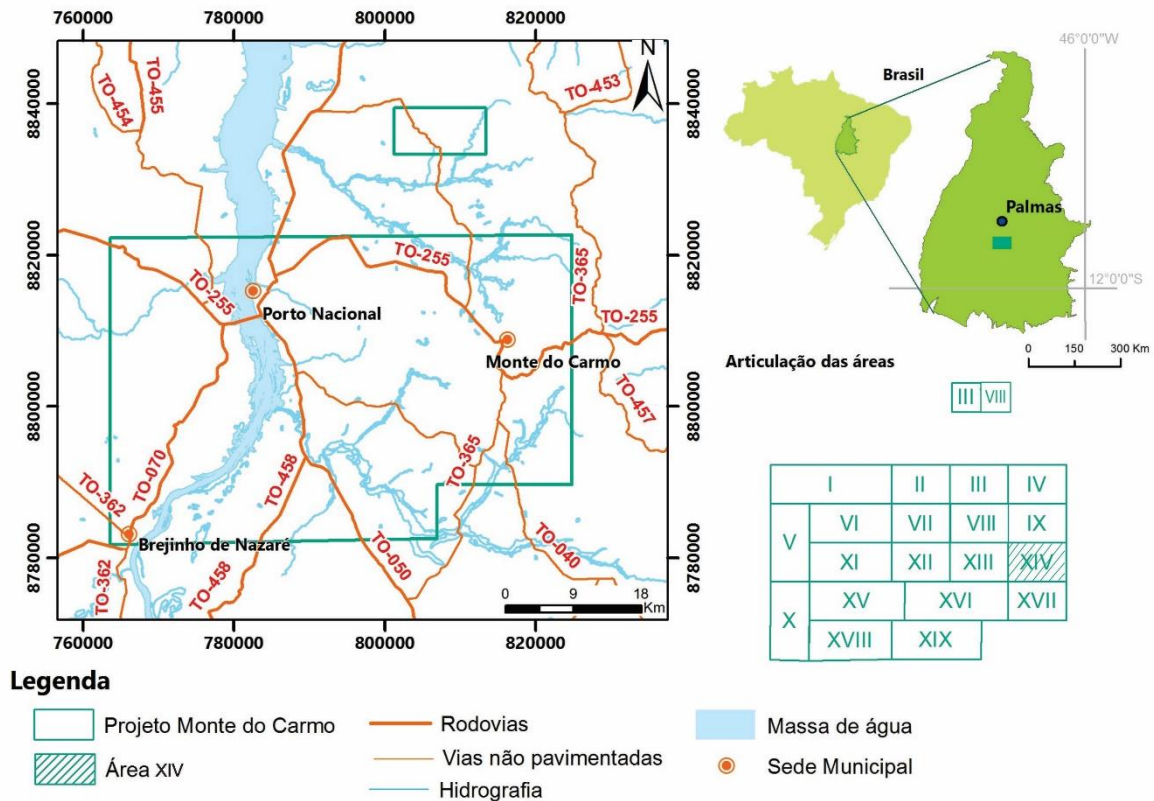
Foi intitulado Projeto Monte do Carmo (PMC) e contou com a participação de quarenta e quatro alunos, divididos em duplas ou trios, que estiveram sob coordenação do Professor Elton Dantas. A equipe de apoio contou com outros 9 professores: Adriana Horbe, Elder Yokoyama, Eliza Peixoto, Federico Cuadros, Luís Gustavo Viegas, Jérémie Garnier, Natalia Hauser, Nilson Botelho e Suzan Pequeno; além de outros professores do Instituto de Geociências da UnB que auxiliaram sempre que solicitado.

O polígono principal a ser mapeado foi dividido em dezenove subáreas – de 96 a 200 km² – e ainda contou com mais duas subáreas de 36 km² a norte do polígono principal. A diferença no tamanho das áreas deu-se basicamente pela ocorrência de centros urbanos e atividades agrárias que dificultaram ou até mesmo impossibilitaram o mapeamento geológico proposto neste Projeto, devido à ausência de afloramentos.

As subáreas foram numeradas em algarismos romanos de I a XIX (sendo as subáreas III e VIII divididas em norte e sul) e o presente relatório é produto do mapeamento em escala 1:50.000 da Área XIV, onde também são incluídas informações geológicas gerais de todo o contexto do PMC.



Figura 1-1: Figura de localização Projeto Monte do Carmo. Em hachurado, destaque para área XIV, fonte de dados deste relatório.



1.2 OBJETIVO

O Projeto Monte do Carmo tem como principal objetivo gerar um mapa geológico na escala 1:50.000 como produto de integração dos mapas individuais das subáreas previamente ilustradas.

O Projeto, como Trabalho Final de Graduação, tem como objetivo fazer com que os estudantes do último ano do curso de Geologia da UnB integrem seus aprendizados e conhecimentos adquiridos durante a graduação e estejam aptos a fazer parte do mercado de trabalho assim que o finalizarem.

Outro aspecto que merece destaque é a escolha da área, pois teve como objetivo uma região com pouca bibliografia publicada até os dias atuais e carência em mapas geológicos, principalmente em grandes escalas, de forma que o Projeto Monte do Carmo venha a acrescentar nos dois aspectos – bibliografia e mapa, trazendo propostas para questões geológicas levantadas em outros estudos acadêmicos



realizados até o presente momento e, eventualmente, adicionando novos questionamentos e novas ideias à geologia da região.

1.3 ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

1.3.1 Clima

Adotando-se o Método de Thornthwaite-Mather para caracterização do clima da área do Projeto Monte do Carmo, método que considera os índices representativos de umidade, aridez e eficiência térmica (evapotranspiração potencial) derivados diretamente da precipitação e da temperatura (Thornthwaite & Mather, 1951), o clima local é classificado como C2wA' - clima úmido-subúmido com moderada deficiência hídrica no inverno (Camargo & Camargo, 2000), evapotranspiração potencial média anual de 1.500 mm, precipitação média nos três meses de verão (dezembro, janeiro e fevereiro) em torno de 420 mm e com temperatura mais elevada.

De acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger, a região de Porto Nacional tem um clima tropical, classificado como Aw (Köppen & Geiger, 1928), onde o verão tem muito mais pluviosidade que o inverno, com média anual de 1622 mm, e a temperatura média é de 26.1 °C (Sá Júnior, 2009).

Segundo dados do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (2018), para a estação meteorológica convencional Porto Nacional entre os anos de 1961 e 1990, os meses mais chuvosos da região vão de novembro a março, contando com 74,6% da precipitação de todo o ano (Tabela 1-1). A umidade relativa do ar tem médias acima de 50% durante todo o ano, com menores valores entre julho e setembro, sendo agosto o mês menos úmido, e com média de 64,5% para o mês de junho, acima de 72% em maio e outubro e acima de 80% nos demais meses do ano (INMET, 2018).

A temperatura atinge sua máxima nos meses de agosto e setembro, podendo chegar a 35,7°C, enquanto a temperatura mínima se dá no mês de julho, com termômetros marcando 18°C. A Tabela 1-1 mostra valores das temperaturas médias mensais da região para os anos entre 1961 e 1990, apresentando uma certa regularidade, sem grandes variações térmicas (INMET, 2018).



Tabela 1-1: Precipitação e temperatura média dos anos de 1961 a 1990 para a estação meteorológica Porto Nacional.

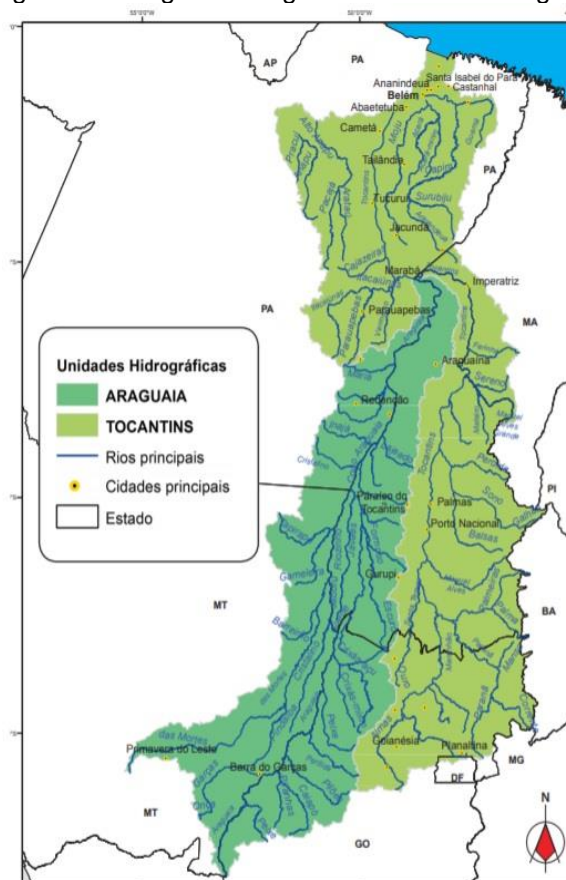
Mês	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
Precipitação (mm)	252,5	270,5	259,2	146,5	39,6	04,4	04,9	05,7	47,5	173,3	207,7	249,4
Temperatura média (°C)	25,5	25,4	25,6	26,1	26,2	25,3	25,3	26,9	28,0	26,9	26,3	25,7

Fonte: INMET – 2018.

1.3.2 Hidrografia

O Projeto está inserido na Região Hidrográfica (RH) Tocantins-Araguaia, segunda maior do país em área e vazão, atrás apenas da RH Amazonas, e maior do país se consideradas apenas drenagens em território nacional, com área de aproximadamente 920 mil km², segundo a Agência Nacional de Águas – ANA (2015). Mais especificamente, o projeto insere-se na Unidade Hidrográfica Tocantins (Figura 1-2).

Figura 1-2: Região Hidrográfica Tocantins-Araguaia.



Fonte: Agência Nacional de Águas – ANA, 2015.



Segundo dados da Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil: regiões hidrográficas brasileira - Edição Especial, confeccionada pela Agência Nacional de Águas – ANA, e pelo Ministério do Meio Ambiente – MMA (2015), a disponibilidade hídrica da RH Tocantins-Araguaia corresponde a 6% da disponibilidade hídrica nacional, e a vazão média é de 13.779 m³/s (7,7% da vazão média nacional). A vazão de retirada (demanda total) é 135,6 m³/s, cerca de 1% da demanda nacional, e a vazão específica é 15,1 L/s/km², menor que a média brasileira, 20,9 L/s/km².

O Rio Tocantins possui 1.960 km de extensão. Nasce no Planalto de Goiás a cerca de 1.000 m de altitude e sua foz é na Baía de Marajó. É formado pela confluência dos rios Almas e Maranhão, e seu principal tributário é o Rio Araguaia, com 2.600 km de extensão (ANA e MMA, 2015).

1.3.3 Flora

De acordo com o Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica Tocantins-Araguaia (ANA, 2009), a região apresenta dois importantes biomas; a Floresta Amazônica, que ocupa 35% da área total, na porção norte/ noroeste da região, e o Cerrado, que ocupa os outros 65% da Bacia.

Ainda segundo o referido Plano Estratégico, a região possui três importantes corredores ecológicos, sendo eles Araguaia–Bananal, Jalapão–Mangabeiras e Paranã- Pireneus. As unidades de conservação abrangem 82.321 km² (9% da região), dos quais apenas 29% são de proteção integral (3% da região), com destaque para as áreas de proteção ambiental da Ilha do Bananal/Cantão e do Jalapão.

1.3.4 Geomorfologia

De acordo com a Secretaria de Planejamento e Orçamento - SEPLAN do Governo do Estado do Tocantins (2012), a área do Projeto em questão está inserida na Unidade Geomorfológica (UG) Depressão do Alto Tocantins, com pequenas porções caracterizadas pela Unidade Serra de Santo Antônio - João Damião. As áreas da porção oeste do Rio Tocantins abrangem ainda a UG Serra Malhada Alta.



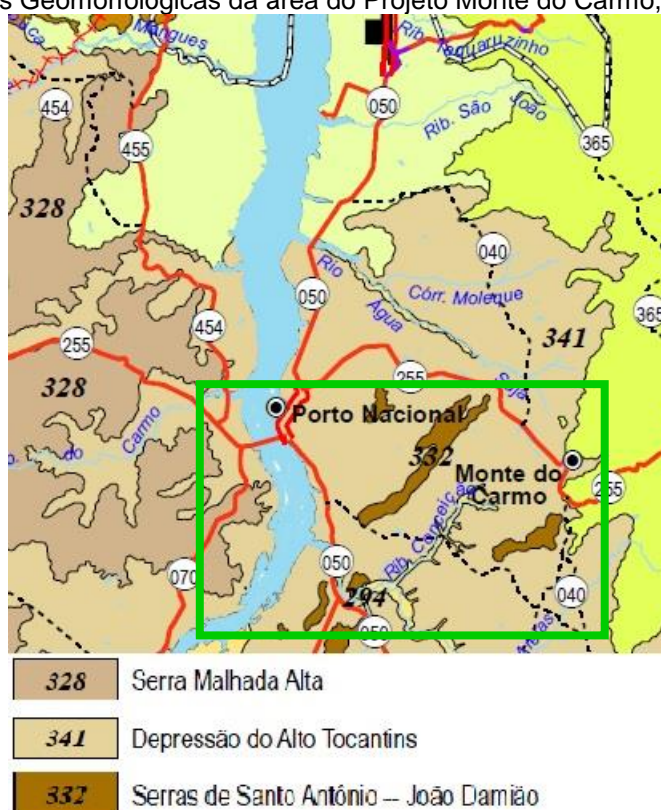
O Quadro 1-1 e a Figura 1-3 trazem informações das UGs relacionadas com os respectivos Domínios Morfoestruturais.

Quadro 1-1: Unidades Geomorfológicas do Projeto Monte do Carmo.

Domínio Morfoestrutural	Unidade Geomorfológica
Embasamentos em Estilos Complexos	Depressão do Alto Tocantins
	Serra Malhada Alta
Faixas de Dobramentos e Coberturas Metassedimentares	Serras de Santo Antônio – João Damião

Fonte: Secretaria de Planejamento e Orçamento SEPLAN – TO, 2012.

Figura 1-3: Unidades Geomorfológicas da área do Projeto Monte do Carmo, delimitado em verde.



Fonte: Secretaria de Planejamento e Orçamento SEPLAN -TO, 2018.



1.4 ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS

O estado do Tocantins é um dos menos populosos do Brasil, estando à frente apenas do Acre, do Amapá e de Roraima, com uma população de 1.383.445 pessoas em 2010, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010), e densidade demográfica de 4,98 hab/km².

O Projeto do qual se trata o presente relatório está inserido no contexto geográfico e socioeconômico de duas cidades do Estado de Tocantins: Porto Nacional e Monte do Carmo.

Porto Nacional conta com uma população de 49.146 pessoas (IBGE, 2010) e densidade demográfica de 11,04 hab/km², mais que o dobro da média do Estado. Conforme dados disponibilizados pelo IBGE, a cidade apresentava PIB per capita de R\$ 26.324,43 em 2015 e taxa de mortalidade infantil de 11,62 óbitos por mil nascidos vivos no ano de 2014.

Ainda segundo dados do IBGE, no ano de 2010, 98,3% dos jovens e crianças entre 6 e 14 anos estavam estudando. O Índice de Desenvolvimento da Educação Básica – IDEB dos anos iniciais do ensino fundamental de Porto Nacional é de 4.9 (IBGE, 2015), ocupando o 36º lugar no Estado; e o IDEB dos anos finais do ensino fundamental é 3.7 (IBGE, 2015), fazendo a cidade cair para 72º no ranking estadual.

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDMH é de 0,740 (IBGE, 2010) e a cidade apresenta 65,7% do seu esgotamento sanitário de forma adequada, ocupando o 5º lugar entre todas as cidades do Estado do Tocantins nesse parâmetro (IBGE, 2010).

Se tratando de Monte do Carmo, a situação é um pouco diferente, já que a cidade conta com uma população de 6.716 pessoas (IBGE, 2010), 7,3 vezes menor que Porto Nacional; e a densidade demográfica é de 1,86 hab/km², 2,68 vezes menor que a média para o Estado do Tocantins. Conforme dados disponibilizados pelo IBGE, a cidade apresentava PIB per capita R\$ 15.763,70 em 2015 e taxa de mortalidade infantil de 11,9 óbitos por mil nascidos vivos em 2014.

Ainda segundo dados do IBGE, no ano de 2010, 94,3% dos jovens e crianças entre 6 e 14 anos estavam estudando. O Índice de Desenvolvimento da Educação Básica – IDEB dos anos iniciais do ensino fundamental de Monte do Carmo é de 4.2



(IBGE, 2015), ocupando o 103º lugar das 139 cidades do Estado; e o IDEB dos anos finais do ensino fundamental é 3.5 (IBGE, 2015), fazendo a cidade passar para 90º no ranking estadual nesse parâmetro.

O IDMH é de 0,622 (IBGE, 2010) e a cidade apresenta apenas 19,3% do seu esgotamento sanitário de forma adequada, ocupando o 53º lugar no Estado do Tocantins para esse parâmetro (IBGE, 2010).



2 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia utilizada para a realização do Trabalho Final de Graduação consistiu em três etapas: Pré-campo, Campo e Pós-campo.

A etapa Pré-campo foi caracterizada pela confecção de mapas prévios, tanto por cada dupla/trio de sua respectiva subárea, como por mapas integrados de toda a área do Projeto. Esta etapa foi caracterizada também pela leitura bibliográfica da geologia e de informações-base da área a ser mapeada, como clima, localização e acessos, geomorfologia, flora e hidrografia para que a equipe estivesse efetivamente preparada para a etapa Campo.

A etapa Campo foi realizada nos dias 02 a 20 de julho de 2018 e consistiu no mapeamento geológico-estrutural da área entre as cidades de Monte do Carmo (TO) e Porto Nacional (TO), escolhida para o projeto. Foram utilizadas vans e micro-ônibus para o deslocamento, bússola e GPS tanto para localização em campo quanto para aquisição de dados, e rádios para comunicação remota.

A etapa Pós-campo baseou-se na interpretação dos dados colhidos em campo com ajuda de equipamentos e programas descritos nos tópicos que seguem, e geração de produtos, como dezenove relatórios das subáreas e mapas anexos a eles.

2.1 MATERIAIS

2.1.1 Sensoriamento Remoto e Fotogeologia

O conceito de Sensoriamento Remoto diz respeito à utilização de técnicas instrumentais que permitem que sejam adquiridas imagens da superfície terrestre a distâncias remotas. Meneses e Almeida (2012) definem a ferramenta como “técnica de obtenção de imagens dos objetos da superfície terrestre sem que haja um contato físico de qualquer espécie entre o sensor e o objeto”. Tal definição é conivente com a que foi descrita por Rees (1990), que afirma que o método se baseia na obtenção de informações sobre algum alvo sem que se tenha um contato próximo com ele. Desta forma, utiliza-se um dispositivo como sensor para que este capte informações sobre um alvo que não esteja próximo a ele (Lillesand & Kiefer, 1994).



A fotogeologia consiste no uso de produtos do sensoriamento remoto para se analisar e interpretar a geologia de uma área. O método mais utilizado na interpretação fotogeológica é o lógico-sistemático, que foi definido por Guy em 1966. Arcanjo (2011) descreve o método como uma possibilidade de se estudar uma área de forma pioneira, sem que haja interferência por ideias pré-concebidas. O desenvolvimento se dá por meio de uma fotoleitura inicial, em que há o reconhecimento visual das feições existentes nas imagens de satélite ou fotos aéreas. Na fotoanálise são traçadas todas as feições observadas, tais como drenagens, lineações em série e em feixe, alinhamentos e quebras negativas, bem como é feita a análise de formas de relevo e características dos solos e rochas. A partir daí é possível definir zonas homólogas, que são, por sua vez, áreas que apresentam repetições de feições texturais e de estruturas. Por fim é feita a fotointerpretação. Nessa etapa é atribuído sentido geológico para o que foi feito até então; ou seja, define-se a posição de estruturas como dobras, falhas e contatos, propõe-se um contexto evolutivo e caracteriza-se os litotipos presentes baseado nas texturas e drenagens.

2.1.2 Dados Aerotransportados

2.1.2.1 Fotos Aéreas

As fotos aéreas utilizadas no PMC pertencem ao BRAZIL PROJECT AF-63-32A, AREA 11. Os voos foram realizados por Aerospace Cartographic and Geodetic Service (ACGS) entre 1966-1968 a altitude de aproximadamente 9100 metros acima do nível do mar. A escala das fotografias é de 1:60.000, e essas foram preparadas pelo Trigésimo Batalhão de Engenharia. A aquisição foi realizada por meio da Biblioteca Virtual do portal do Serviço Geológico do Brasil (CPRM).

2.1.2.2 Dados Aerogeofísicos

Os dados aerogeofísicos utilizados foram de magnetometria e gamaespectrometria. Tratam-se de levantamentos para a identificação de áreas com ocorrência potencial de petróleo e gás na Bacia do Parnaíba, realizados pela Agência



Nacional do Petróleo (ANP) em convênio com a Universidade de São Paulo (USP) em 2006. Os levantamentos foram realizados com espaçamento de linha de voo de 500 metros e altura nominal de voo de 100 metros.

2.1.3 Dados Orbitais

2.1.3.1 Landsat 8 sensor OLI

Landsat 8 é um satélite lançado em fevereiro de 2013 e que contém o *Operational Land Imager* (OLI) a bordo. Trata-se de um satélite que adquire imagens da Terra com um ciclo de repetição de 16 dias, com tamanho aproximado de cena de 170 km norte-sul por 183 km leste-oeste a uma altitude de órbita de 705 km.

O sensor OLI possui duas bandas espectrais adicionais, o que permite um aprimoramento do imageamento realizado pelo Landsat. A banda 1, no canal do azul profundo, é projetada para identificação de recursos hídricos e zonas costeiras, enquanto que a banda 9, no canal infravermelho, é usada para detectar nuvens cirrus. Há ainda um Sensor Infravermelho Térmico (TIRS), operando duas bandas térmicas que entregam produtos de dados OLI com resolução de 30 metros e os captura com resolução mínima de 100 metros.

Os produtos de dados Landsat 8 utilizados no projeto de TF 2018 incluem dados dos sensores OLI e TIRS, indicados pelos dois primeiros dígitos do código das imagens. São elas LC08_L1TP_222067_20170917_20170929_01_T1 e LC08_L1TP_222068_20170917_20170929_01_T1. A aquisição das imagens utilizadas foi feita em setembro de 2017, já que imagens mais recentes apresentaram alta densidade de nuvens na área do projeto. Foi utilizado o site do United States Geological Survey (USGS), que oferece os produtos radiometricamente calibrados e ortorretificados com uso de pontos de controle terrestres e modelo digital de elevação (MDE) para correção de relevo.

2.1.3.2 ALOS/PALSAR

Lançado em 2006, ALOS é um satélite que esteve em missão até 2011, e foi o sensor utilizado para a confecção do produto de relevo sombreado do Projeto Monte



do Carmo. PALSAR é o instrumento utilizado no satélite ALOS, desenvolvido para contribuir com trabalhos de campo de mapeamento, através da observação precisa de coberturas regionais, do monitoramento de desastres e em serviço de pesquisa. É um Radar de Abertura Sintética – em inglês, SAR – que funciona na banda L e gera dados de modos de múltipla observação com polarização, resolução e largura de banda variadas. O princípio básico é a interferometria de repetição, método que utiliza o fenômeno da interferência das ondas de luz, rádio ou som para medições de determinadas características das ondas e, também, dos materiais com os quais elas interagem, e, com isso, produz uma observação detalhada de uma região, independente do clima e do horário de aquisição das imagens.

Os dados utilizados no projeto de TF foram AP_26854_FBS_F6960_RT1; AP_26854_FBS_F6970_RT1; AP_27277_FBS_F6960_RT1 e AP_27277_FBS_F6970_RT1 que por sua vez foram adquiridos em fevereiro de 2011 no site da *Alaska Satellite Facility*. Os produtos adquiridos possuem correção radiométrica e de terreno, além de estarem no formato GeoTIFF.

2.1.3.3 Imagem do Google Earth

As imagens de satélite utilizadas por meio do *Google Earth* foram adquiridas pelo Landsat/Copernicus. As imagens utilizadas foram as mais recentes, adquiridas em 2018 e cedidas pela *Google Inc.*

2.1.4 Softwares

A integração, processamento, análise e interpretação dos dados do projeto Monte do Carmo se deu mediante a utilização do software ArcGIS 10.3, da ESRI, que é uma plataforma de geoprocessamento de informações geográficas (Santos *et al.*, 2010). Já o software ENVI 5.3, é utilizado para visualização, exploração, análise e apresentação de dados na área de Sensoriamento Remoto/SIG que apresenta funcionalidades para tarefas de análise e processamento espectral.



2.2 MÉTODOS

2.2.1 Fotointerpretação das Imagens

Foi gerado um mapa fotolitológico por meio do estudo fotogeológico utilizando imagens de satélite e fotos aéreas. O processo de fotointerpretação foi realizado utilizando como base o método-lógico sistemático (Guy, 1966). Foram extraídos elementos texturais como quebras negativas e positivas de relevo e drenagens e, assim, foram definidas zonas fotolitológicas e contatos geológicos, diferenciados entre observados, inferidos e não observados. As informações extraídas em fotos aéreas com a utilização de estereoscópio, bem como as retiradas da imagem de satélite, foram vetorizadas no ArcGIS a fim de se gerar um mapa fotolitológico na escala 1:50.000, correlacionando as zonas fotolitológicas definidas com os litotipos existentes no mapa geológico da CPRM, de escala 1:250.000.

Um mapa morfoestrutural, também na escala 1:50.000, foi gerado a partir da análise de imagens de satélite, fotos aéreas e do produto de processamento de dados aeromagnetométricos, no caso, a primeira derivada. Foram extraídas lineações em feixe e série e alinhamentos nas fotos aéreas e na imagem de satélite com uso de relevo sobreposto. No produto de aeromagnetometria foram extraídos alinhamentos. Por fim, foi realizada compartimentação morfoestrutural e geomorfológica com base nas estruturas e nos padrões de relevo observados. O software ArcGIS foi utilizado para gerar um mapa morfoestrutural na escala 1:50.000.

2.2.2 Processamento dos Dados

2.2.2.1 OLI/Landsat 8

As imagens do sensor OLI do satélite Landsat 8 foram adquiridas na seção *Earth Explorer* do site da USGS e foram, posteriormente, tratadas no software ENVI 5.3. Foi gerado um mosaico com as imagens que recobrem a área do Projeto Monte do Carmo e, em seguida, foi feito recorte da imagem de forma a abranger a área do projeto e uma borda. A fim de melhorar o contraste da imagem e assim favorecer a visualização da superfície, foi aplicada uma correção atmosférica baseada no método

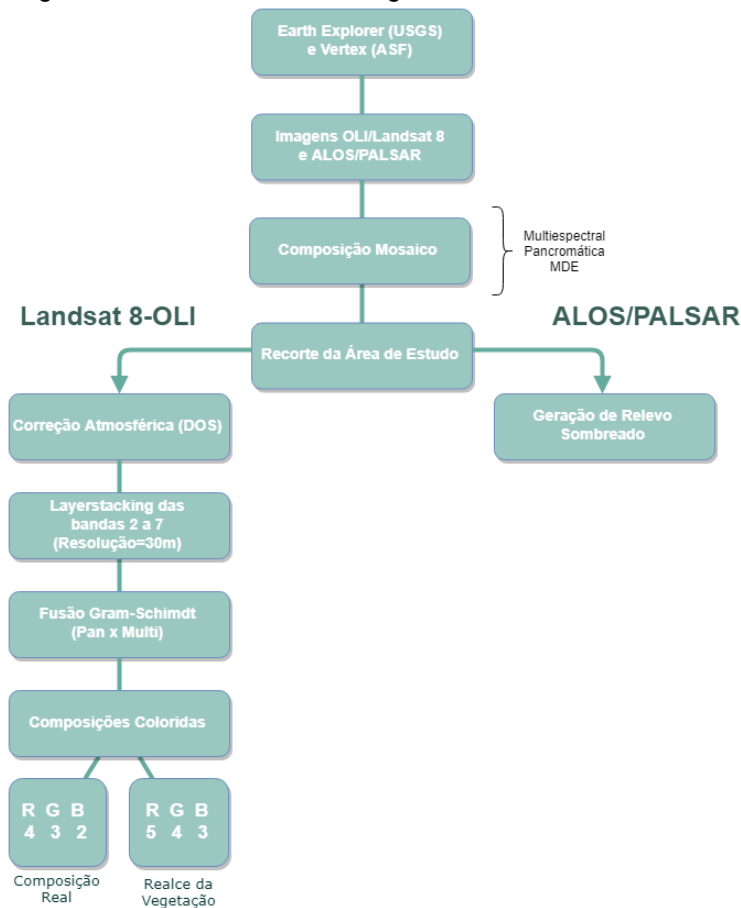


da subtração de pixels escuros, segundo Chavez (1988) (Figura 2-1). Não foi necessário aplicar correção geométrica.

2.2.2.2 ALOS/PALSAR

A partir das imagens de alta resolução do satélite ALOS, que por sua vez apresenta resolução espacial de 2,5 metros, realizou-se fusão das imagens, recorte da área de interesse e, por fim, gerou-se um relevo sombreado (Figura 2-1). O software utilizado para este procedimento também foi o ENVI 5.3.

Figura 2-1: Fluxograma de tratamento das imagens dos satélites Landsat 8 e ALOS.



2.2.2.3 Integração dos dados: OLI/Landsat 8 e ALOS/PALSAR

Realizou-se uma fusão da imagem multiespectral de 30 metros com a pancromática de 15 metros, ambas do Landsat 8. A fusão teve como finalidade gerar um produto com melhor resolução espacial, de 15 metros (Figura 2-1).



Por fim, utilizou-se um sinergismo entre a imagem produto da fusão da multiespectral com a pancromática e o relevo sombreado gerado a partir da imagem do ALOS. Tal tratamento teve como objetivo obter um modelo digital de elevação e mais um modelo físico-químico a partir dos dados ópticos. Esse produto facilita a identificação de drenagens, relevo e elementos texturais e estruturais.

2.2.2.4 Método Magnetométrico

A partir dos dados aeromagnetométricos da ANP, foi realizado o processamento para gerar produtos de magnetometria. A partir da subtração do campo magnético da Terra do campo magnético total, obteve-se o campo magnético anômalo (CMA) (Figura 2-2). Foram geradas derivadas nas direções x (D_x), y (D_y) e z (D_z) a partir do CMA, indicando assim a variação do campo nas direções correspondentes, o que favorece o realce de feições rasas. A anomalia do gradiente horizontal total (AGHT), gerada a partir das derivadas, é uma importante ferramenta detectora de bordas. A amplitude do sinal analítico (ASA), também chamada de sinal analítico 3D, por se tratar de um gradiente, também é gerada a partir das derivadas e não traz informações tão acuradas quando se quer trabalhar com informações em grandes profundidades ou em baixas latitudes, como é o caso do Brasil. Por fim, foi gerada a derivada Tilt, chamada de inclinação do sinal analítico (ISA), que é um bom produto de detecção de bordas e que traz informações de maiores profundidades para profundidades menores, apresentando mesma resposta para corpos rasos e em profundidade.



2.2.2.5 Método Gamaespectrométrico

Os dados gamaespectrométricos (Figura 2-2) foram obtidos da ANP e permitiram a geração de mapas de potássio (K), urânio equivalente (eU) e tório equivalente (eTh) que, por sua vez, foram utilizados para obter mapa de composição ternária RGB, sendo o vermelho (R) no canal do K, o verde (G) no canal do eTh e o azul (B) no canal do eU. Outra composição, CMY, também foi utilizada, sendo o ciano (C) no canal do K, o magenta (M) no canal do eTh e o amarelo (Y) no canal do eU. Por fim, foram produzidos produtos para as razões eTh/K, eU/K e eU/eTh.

Figura 2-2: Fluxograma de processamento dos dados aeromagnetométricos.

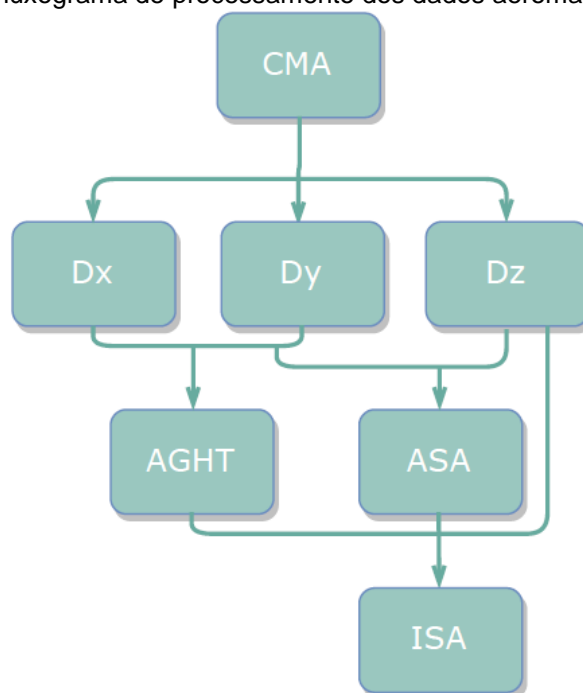
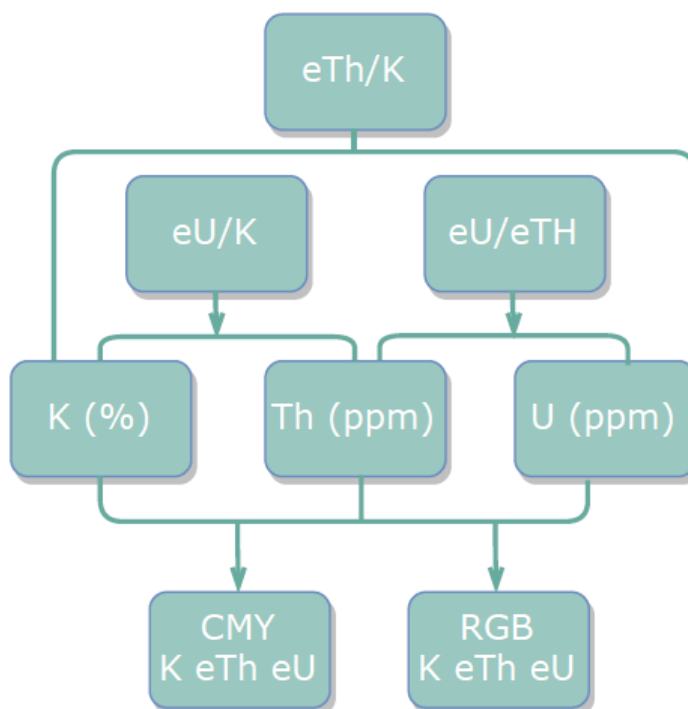




Figura 2-3: Fluxograma de processamento dos dados aerogamaespectrométricos.



2.2.3 Geoquímica

A metodologia do método geoquímico para as amostras selecionadas consistiu nos procedimentos descritos a seguir.

2.2.3.1 Perda ao Fogo

A perda ao fogo (PF) foi quantificada pelo método gravimétrico e teve como protocolo para determinação da matéria orgânica e dos sólidos voláteis os 05 (cinco) procedimentos listados a seguir:

- 1) Pesar o cadinho de porcelana vazio (Mcv) + 1,0000 ± 0,0001g de amostra (Ma);
- 2) Queimar por 8h em forno mufla a 500°C;
- 3) Esfriar em dessecador e obter o peso (Mf);
- 4) Calcular a porcentagem de PF pela fórmula: $[(Mcv + Ma) - Mf] \cdot 100 / Ma$;
- 5) Repetir os passos 2, 3 e 4.



*Considerar a PF efetiva se a diferença de uma queima para outra não ultrapassar 2%. Caso seja maior, repetir o passo 5.

2.2.3.2 Digestão das Amostras

Em laboratório limpo para evitar contaminação, tanto as amostras de rochas quanto as crostas lateríticas foram digeridas seguindo o protocolo abaixo, com mistura ácida (HF, HCl, HNO₃) e H₂O₂ em savilex®, e utilização de chapa quente e capela de exaustão.

- 1) Pesar a amostra de forma a obter 0,1 g;
- 2) Adicionar 4 ml de HF + 1 ml de HNO₃ e deixar a 120 °C em chapa quente por 36 horas;
- 3) Após 36h, passar a chapa para 90 °C e, após evaporação, adicionar 3 ml de HCl 6M + 1 ml de HNO₃ e deixar a 120 °C em chapa quente por 48 horas;

*Após a etapa 3, se ainda houver matéria orgânica não dissolvida, adiciona-se 2 ml de H₂O₂ + 2 ml de HNO₃ a frio e deixa-se agir por 24 horas e mais 12 horas a 120 °C. Se a dissolução total ocorrer passa-se para a etapa 4. Caso contrário, adiciona-se pequenas alíquotas de 0,5 ml de H₂O₂ em chapa quente a 60 °C com cuidado e atenção para evitar o desprendimento de gases de forma vigorosa. Prossegue-se esta etapa até a completa eliminação da matéria orgânica.

- 4) Após evaporação a 90 °C, adicionar 2 ml de HCl 6M a 120 °C por 24 horas;
- 5) Após evaporação a 90 °C, adicionar 1 ml de HCl 6M a 120 °C por 8 horas;
- 6) Após evaporação a 90 °C, o resíduo deverá ser solubilizado em solução de HCl 2M e diluído até se obter volume final de 25ml.

2.2.3.3 Determinação Química

As soluções coletadas obtidas em laboratório por digestão foram analisadas para a determinação da concentração de elementos maiores e de alguns elementos



traço por ICP_OES (Agilent 5100 Dual-View no Laboratório de Geoquímica da UnB). Os resultados obtidos encontram-se consignados no Anexo 1 - Tabela de dados geoquímicos do Projeto Monte do Carmo.

2.2.4 Microsonda Eletrônica

A microsonda eletrônica foi utilizada para reconhecimento de alguns minerais não identificados em lâminas delgadas observadas em microscópio óptico de luz transmitida.

As análises foram realizadas no equipamento JEOL modelo JXA-8230, sob voltagem de 15kV e corrente de 1,5 mA; o tempo de contagem de 10 a 20 segundos conforme o elemento e o foco de aproximadamente 01 μm .



3 GEOLOGIA REGIONAL

O Projeto Monte do Carmo retrata as principais características das diferentes formações geológicas existentes na região, ajudando no entendimento a respeito do arcabouço geológico regional que se encontra na área de estudo e levantando questionamentos em relação à história geológica da região. Desta forma, o presente capítulo foi desenvolvido a partir de amplas revisões bibliográficas para apresentar os principais aspectos estratigráficos, estruturais, geofísicos, geocronológicos, sedimentológicos, ígneos e metamórficos das principais unidades aflorantes na região.

As investigações pioneiras realizadas na região de Porto Nacional e Monte do Carmo remetem aos projetos Araguaia (Ramos & Barbosa, 1967), Letos (Costa *et al.*, 1976) e RADAMBRASIL (Cunha *et al.*, 1981). Com a metodologia pautada essencialmente no uso de fotografias aéreas e reconhecimento de campo, foram construídas as primeiras sínteses geológicas e propostas hipóteses do entendimento tectônico regional da Província Tocantins, cujos resultados foram publicados por Costa (1982), Costa *et al.* (1984) e Gorayeb (1996). Costa *et al.* (1984) individualizaram as demais unidades litoestratigráficas, tomando como base mapeamentos geológicos realizados pela Universidade Federal do Pará – UFPA, bem como reconhecimentos de campo de Barbosa *et al.* (1966) e dados geofísicos. O até então chamado de Complexo Goiano (Cunha *et al.* 1981) foi desmembrado em diversas outras unidades granulíticas, gnáissicas, graníticas e vulcano-sedimentares. Apoiado por algumas poucas datações radiométricas, Costa *et al.* (1984) apontaram ainda uma evolução geológica policíclica para a região, envolvendo os eventos tectônicos Jequié, Transamazônico, Uruaçuano e Brasileiro (Hasui *et al.*, 1980).

Interpretações aerogeofísicas realizadas por Haralyi & Hasui (1985) propiciaram o surgimento dos primeiros modelos tectônicos envolvendo colisão de blocos crustais arqueanos. Por sua vez, baseado em dados geoquímicos, datações radiométricas e geotermobarometria, Gorayeb (1996) propõe idade paleoproterozóica para o Complexo Porto Nacional. Recentemente, Pinheiro *et al.* (2011), Arcanjo *et al.*



(2013) e Gorayeb *et al.* (2013) continuaram a contribuir com dados radiométricos, ampliando o conhecimento geológico da região.

3.1 CONTEXTO TECTÔNICO E ESTRATIGRÁFICO

A área em estudo abrange a borda sudoeste da Bacia do Parnaíba e encontra-se inserida na Província Tocantins, entre a porção setentrional da Faixa Brasília e a porção meridional da Faixa Araguaia (Figura 3-1). A leste, mas fora da área, encontram-se os limites do Cráton São Francisco, e, a oeste, encontram-se os limites do Cráton Amazônico.

A **Província Estrutural Tocantins** está inserida na porção central do Brasil. Foi definida por Almeida *et al.* (1977) e Hasui *et al.* (1984) como uma compartimentação geotectônica decorrente da amalgamação dos crátons Amazônico, São Francisco e do Bloco Paranapanema, na porção oeste do supercontinente Gondwana, durante a Orogênese Brasileira, ao longo do Neoproterozoico e do Eocambriano. Tal colisão resultou na formação dos cinturões de dobramentos e cavalgamentos das Faixas Brasília, Araguaia e Paraguai.

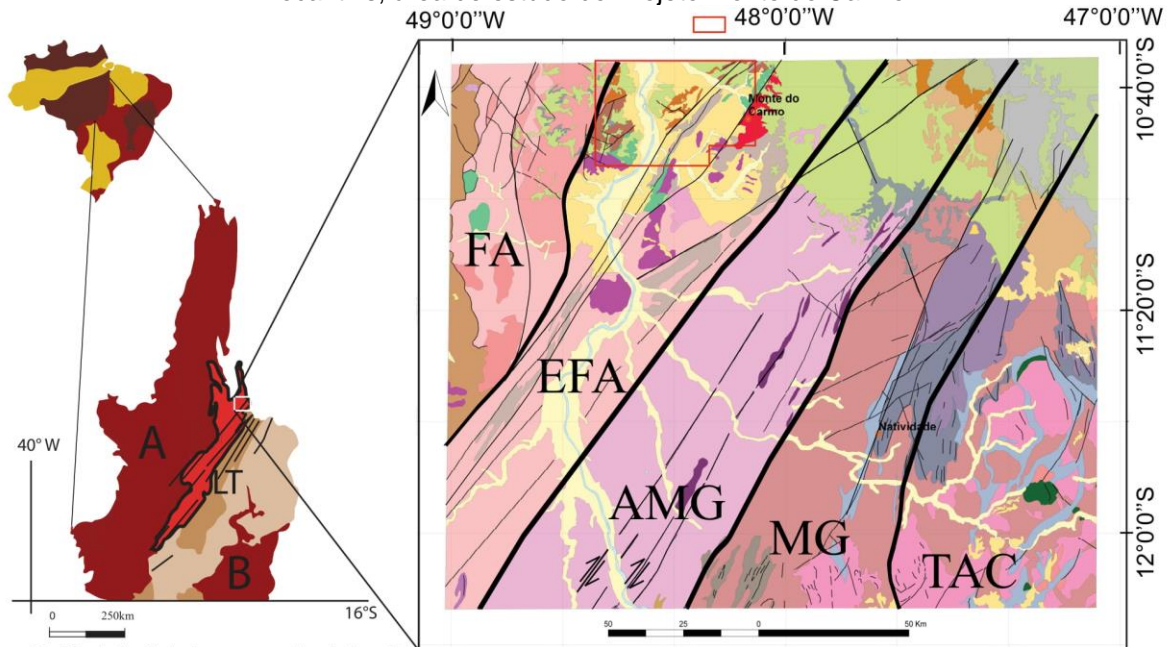
A **Faixa Brasília** é um sistema de dobramentos neoproterozóicos que ocupa a porção leste da Província Tocantins (Almeida *et al.*, 1981; Fuck, 1994; Costa e Angeiras, 1971; Dardenne, 1978; Marini *et al.*, 1984b; Fuck, 1994). Esta faixa tem ocorrência nos estados do Tocantins, Goiás, Distrito Federal e Minas Gerais, e se estende por cerca de 1100 km da direção N-S (Pimentel *et al.* 1998, 2000, 2004). A **Faixa Araguaia**, localizada na porção setentrional da província, possui orientação N-S e vergência das estruturas em direção ao Cráton Amazônico (Alvarenga *et al.*, 2000).

Na região de Porto Nacional-Natividade, entre a Faixa Brasília e Faixa Araguaia, o Lineamento Transbrasiliano (LTB) é a principal feição estrutural observada (Schobbenhaus Filho *et al.*, 1975), responsável por paralelizar as unidades presentes na área, inclusive as unidades granito-gnáissicas do embasamento paleoproterozóico, além das unidades meso-neoproterozóicas (Gorayeb *et al.*, 1988). Esse lineamento representa zonas transcorrentes dúcteis de orientação aproximada NE20-50SW, provavelmente de idade paleoproterozóica, que foram posteriormente



reativadas em regime rúptil-dúctil e rúptil no Meso- e Neoproterozóico (Costa *et al.*, 1984, 1988 a; Hasui *et al.*, 1984; Costa, 1985; Gorayeb *et al.*, 1988). O LTB na Província Tocantins apresenta orientação N35E e é caracterizado por foliações, lineações de estiramento e eixos de alongamento maior de boudins dispostos no plano da foliação milonítica (Dantas *et al.*, 2007). Os critérios cinemáticos e elementos estruturais indicam movimentação sinistral e dextral em diferentes porções estudadas na região (Hasui e Mito, 1988; Strieder *et al.*, 1994).

Figura 3-1: Localização, geologia e domínios tectônicos da porção centro-norte da Província Tocantins, área de estudo do Projeto Monte do Carmo.



Modificado de: Geologia e recursos minerais da região de Palmas - folhas Miracema o Norte SC.22-X-D, Porto Nacional SC.22-Z-B e Santa Teresinha SC.22-Z-A: estado do Tocantins. RIBEIRO, Pedro Sérgio Estavam; ALVES, Cleber Ladeira, 2017.

Modificado de: SABOIA, André Menezes. O vulcanismo em Monte do Carmo e litoestratigrafia do Grupo Natividade, estado de Tocantins. 2009. 96 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

Legenda Províncias Brasil

- Bacias Paleozoicas Intracratônicas
- Faixas Móveis Neoproterozoicas
- Províncias Cratônicas

Legenda Província Tocantins

- Arco Magmático de Goiás
- Faixas Móveis: A) Araguaia B) Brasília
- Maciço de Goiás
- Embasamento Paleoproterozoico

Legenda

- FA: Faixa Araguaia; EFA: Embasamento da Faixa Araguaia; AMG: Arco Magmático do Goiás;
- MG: Maciço de Goiás e TAC: Terreno Almas-Cavalcante

Principais Unidades Litoestratigráficas

Fanerotezoico

- Formação Pimenteiras, Grupo Canindé
- **Neoproterozoico**
- Suíte Gabro-Anortosítica Carreira Comprida
- Granito Matança
- Formação Monte do Carmo
- Ortognaisses do Oeste do Goiás

Paleo-Mesoproterozoico

- Grupo Natividade

Paleoproterozoico

- Suíte Intrusiva Ipueiras
- Granito do Carmo
- Almas Cavalcante - unidade gnássica-migmatítica
- Almas Cavalcante - unidade ortognássica-granítica
- Complexo Rio dos Mangues
- Complexo Porto Nacional-Unidade Ortoderivada

- Área do Projeto Monte do Carmo

Fonte: Modificado de Ribeiro & Alves, 2017 e Saboia, 2009 - pelos alunos do Projeto Monte do Carmo do Instituto de Geociências da Universidade de Brasília (2018).



3.2 LITOESTRATIGRAFIA E GEOCRONOLOGIA

Com intuito de organizar a apresentação do trabalho, a seguir serão descritas as unidades existentes na região do Projeto Monte do Carmo, segundo critérios geocronológicos, descrevendo as unidades mais antigas seguidas das mais recentes.

A unidade geotectônica mais antiga presente na região é o **Complexo Granulítico Porto Nacional** (CGPN), definido por Costa *et al.*, (1982) e incluído no Terreno Metamórfico de Alto Grau de Porto Nacional por Gorayeb *et al.*, (2000a). O complexo é constituído por rochas com protólitos de idades próximas a 2.14 Ga (Gorayeb *et al.*, 2000b), dispostas em uma faixa com orientação NE-SW e uma largura aproximada de 35 km, tendo uma parte recoberta pelas rochas sedimentares da Bacia do Parnaíba (Gorayeb, 1996). Apresenta rochas metamórficas tanto ortoderivadas quanto paraderivadas, que atingiram fácies granulito, e se reequilibraram posteriormente em condições metamórficas de menor grau. Os principais litotipos são granulitos máficos, enderbitos, kinzigitos e raros charnockitos e granitos peraluminosos (Gorayeb, 1996; Chaves *et al.*, 2008).

Gorayeb (1996) descreve a **Formação Morro do Aquiles**, definida primeiramente por Costa *et al.* (1982) como uma unidade do Terreno Metamórfico de Alto Grau de Porto Nacional, análoga ao complexo granulítico, mas com metamorfismo em fácies anfibolito alto. Seus tipos petrográficos incluem micaxistos, quartzitos com granada, paragneisses aluminosos, xistos grafitosos, gonditos, e rochas metavulcânicas básicas e ácidas intercaladas com ortogneisses e anfibolitos (Sachett, 1996; Gorayeb *et al.*, 2013). A formação aflora principalmente entre as cidades de Porto Nacional e Brejinho de Nazaré, em uma faixa com direção NE-SW e, em faixas de menor extensão, junto a granulitos, anortositos e granitóides miloníticos (Gorayeb, 1996). As rochas desta formação encontram-se localmente truncadas pelos plútons da Suíte Lajeado ou limitadas por falhas, gerando contatos tectônicos com as formações mais novas do Fanerozóico.

Costa *et al.*, (1983) definiram o **Complexo Rio dos Mangues** para agrupar um conjunto de rochas metassedimentares e metamáficas que afloram na região de Paraíso do Tocantins, a oeste do Rio Tocantins. Segundo Hasui *et al.* (1984), o complexo é formado por rochas calcissilicáticas, ortogneisses tonalíticos e



granodioríticos, anfibolitos, micaxistos, quartzitos e paragnaisses aluminosos. Frasca *et al.* (2010) e Ribeiro & Alves (2017) definem a unidade como composta por ortognaisses tonalíticos e granodioríticos, ortoquartzitos anfibolitos, micaxistos e rochas calcissilicáticas. O complexo ocorre como uma faixa em direção N-S com largura de 30 a 40 km, estendendo-se até a região de Gurupi (Arcanjo *et al.*, 2013; Ribeiro & Alves, 2017). O Granito Serrote encontra-se nesta unidade, sendo constituído por um conjunto de corpos graníticos leucocráticos datados em 1,86 Ga e com idades modelo T_{DM} entre 2,43 e 2,50 Ga (Arcanjo *et al.* 2013). Baseado em dados geocronológicos de Rb-Sr, Barradas (1993) propôs idade em torno de 2,1 Ga. Estudos mais recentes, com base em idade entre 2,05 e 2,08 Ga (Pb-Pb) com valores de ϵ_{Nd} (t) entre -1,04 e +2,4 e idades modelo T_{DM} entre 2,21 e 2,35 Ga, interpretaram o complexo como originado predominantemente a partir de material juvenil paleoproterozóico em ambiente tectônico envolvendo crosta oceânica e interação de núcleos siálicos mais antigos (Arcanjo & Moura, 2000; Arcanjo, 2002; Arcanjo, 2013; Ribeiro & Alves, 2017). Estudos geocronológicos realizados por Fuck *et al.* (2002) forneceram idades U-Pb de zircões entre 2,13 e 2,14 Ga com valores positivos de ϵ_{Nd} , de +0,86 a +2,40 e idades modelo T_{DM} entre 2,0 e 2,3 Ga, que também indicam caráter juvenil.

Na região de estudo, encontram-se algumas suítes graníticas, com idades variando entre paleoproterozóicas e neoproterozóicas. Os eventos magmáticos granitogênicos ocorridos no Paleoproterozóico, responsáveis pela formação das suítes, são interpretados como uma resposta ao fechamento de bacias de arcos vulcânicos no final do Ciclo Transamazônico. Dentre elas, pode-se citar a **Suíte Intrusiva Ipueiras**, caracterizada inicialmente como a composição de sete corpos graníticos e rochas vulcânicas associadas cogenéticas (Bezerra *et al.*, 1981). Posteriormente, foi reclassificada por Chaves *et al.* (2007) em quatro plútons graníticos paleoproterozóicos: Areias, Ipueiras, Itália e do Carmo. Segundo Chaves *et al.* (2008), estes corpos têm caráter subalcalino e peraluminoso, com assinatura geoquímica de granitos anorogênicos e dispostos ao longo de uma faixa orientada NNE-SSW. A partir de datações em zircões pelo método Pb-Pb, Chaves e Gorayeb (2007) definiram a idade de cristalização desses corpos graníticos em terrenos



gnáissicos e granulíticos em torno de 2,08 Ga. Valores de ϵ_{Nd} (2,08 Ga) entre +2,5 e +2,9 e idades modelo Sm-Nd com valores de T_{DM} entre 2,19 a 2,15, indicam curto tempo de residência crustal para a rocha fonte da qual derivou-se esse magmatismo granítico. Os valores de ϵ_{Nd} indicam contribuição mantélica na formação desses granitos, conferindo a eles um caráter juvenil. Saboia (2009) fez uma correlação entre o Granito do Carmo e a Suíte Intrusiva Santa Rosa baseada na similaridade de idade, dos padrões de ETR e dos elementos traços. O referido autor propôs que essas unidades foram geradas a partir de acreção juvenil paleoproterozóica durante a fase tardia do Evento Transamazônico.

Outra suíte de idade paleoproterozóica foi definida por Cunha *et al.* (1981) como **Suíte Serrote**. Esta suíte é caracterizada por um batólito granítico como parte do Complexo Goiano. O corpo é caracterizado por ter uma forma alongada segundo a direção NNE-SSW (18 km de comprimento e 14 km de largura) e por ser alojado em gnaisses do Complexo Rio dos Mangues. Além disso, stocks de monzogranitos e sienogranitos compõem a suíte, segundo Costa *et al.* (1983). Os estudos geocronológicos feitos por Moura & Souza (1996) conferiram idades de 1,8 Ga em zircão pelo método Pb-Pb. Arcanjo (2002) obteve idades modelo entre 2,5 e 2,43 Ga e valores de ϵ_{Nd} entre -6,01 e -5,21.

A **Suíte Vulcânica Santa Rosa** também faz parte das suítes paleoproterozóicas presentes na área. Esta suíte é caracterizada por uma sequência de rochas vulcânicas ácidas (riolitos, dacitos) e piroclásticas, como tufo e brechas, com baixo grau metamórfico. Os estudos geocronológicos, realizados por Sachett *et al.* (1996) determinaram idades de 2,1 Ga por meio do método de U-Pb; e Saboia (2009) obteve idades semelhantes pelo método U-Pb, 2,08 Ga, além de valores positivos de ϵ_{Nd} e idades modelo T_{DM} entre 2,11 e 2,12 Ga que definem uma fonte mantélica paleoproterozóica com forte influência continental em níveis crustais pouco profundos.

A compartimentação tectônica de Porto Nacional-Monte do Carmo relacionada ao LTB se divide entre as classificações dos autores Gorayeb (1996) e Praxedes (2015). Gorayeb (1996) faz sua abordagem entre Porto Nacional-Monte do Carmo e Nova Rosalândia, que apresenta predominantemente terrenos granulíticos de origens



orto e paraderivadas, além de terrenos gnáissicos, sendo os já descritos Complexo Granulítico Porto Nacional e Complexo Rio dos Mangues, e suas respectivas relações de surgimento na Zona de Cisalhamento Porto Nacional. Já Praxedes (2015) tem sua área localizada desde Dianópolis-TO até Pindorama-TO, fazendo uma abordagem de correlação através da geocronologia, da geofísica e da geologia, a fim de caracterizar o embasamento da Faixa Brasília e sua relação espacial envolvida com o LTB na porção centro sul do Tocantins.

O lineamento é uma estrutura de primeira ordem que atuou em todas as unidades pretéritas, gerando estruturas de segunda e terceira ordens, remobilizando todo o conjunto de rochas existentes entre as faixas móveis Brasília, Paraguai e Araguaia, colocando lado a lado unidades que não necessariamente foram geradas naqueles locais.

Ao longo do LTB, ocorrem as rochas relacionadas ao **Arco Magmático de Goiás**, que é descrito como um terreno jovem localizado na porção oeste da Faixa Brasília, representando um expressivo episódio de acreção de crosta juvenil neoproterozóica durante a formação do supercontinente Gondwana (Pimentel & Fuck, 1992). É composto por sequências metavulcanossedimentares associadas a ortognaisses tonalíticos a graníticos. Sua evolução começou há aproximadamente 900 Ma como arco de ilha interoceânico (Pimentel & Fuck, 1992), com um evento magmático posterior entre 630-600 Ma durante o fechamento do Oceano Goiás-Pharusian (Cordani *et al.*, 2013). Ribeiro & Alves (2017) consideram a Formação Monte do Carmo como a extensão a nordeste do Arco Magmático de Goiás.

Existem controvérsias sobre o posicionamento do **Maciço de Goiás** no contexto tectônico da Província Tocantins. O Maciço de Goiás é uma unidade geotectônica constituída essencialmente por: (I) terrenos arqueanos-paleoproterozóicos de complexos gnáissicos dômicos do tipo TTG e greenstone belts metamorfizados em fácies xisto verde a anfibolito inferior (Jost *et al.*, 2013) e (II) complexos máficos ultramáficos acamadados (Niquelândia, Barro Alto e Cana Brava) associados a sequências vulcanossedimentares (Correia *et al.*, 1997). Diversos autores propõem que o Maciço de Goiás teria sido amalgamado na margem oeste da Faixa Brasília durante a orogenia neoproterozóica (Jost *et al.*, 2013). No entanto,



trabalhos recentes reinterpretem a história evolutiva do maciço, e sugerem que a acreção desse micro continente com a Faixa Brasília teria ocorrido durante o Paleoproterozóico (Cordeiro e Oliveira, 2017).

Segundo Soares (2005), os valores médios de velocidade da onda P (VP) e VP/VS (velocidade da onda S) da Faixa Araguaia, do Arco Magmático de Goiás, do Maciço de Goiás e sob o cinturão de dobras e empurrões a oeste do Cráton do São Francisco indicam crosta de composição félsica, exceto para a camada inferior da crosta inferior do domínio da Faixa Araguaia. Os dados possibilitaram separar a raiz máfica-ultramáfica dos terrenos do Arco Magmático de Goiás e apontar suturas neoproterozóicas relacionadas à subducção da placa do São Francisco para oeste e do Amazonas para leste durante a formação da Província Tocantins. Estes resultados mostraram que a anomalia gravimétrica positiva do Brasil central é gerada pela ascensão do manto neoproterozóico sob a crosta mais fina do arco Magmático de Goiás.

A **Formação Monte do Carmo** foi proposta por Costa *et al.* (1976), como uma sequência vulcanossedimentar composta por rochas vulcânicas ácidas a intermediárias e máficas, além de pacotes de arenitos, siltitos, ardósias, grauvacas, conglomerados e arcóseos. O pacote de rochas vulcânicas foi subdividido em duas sequências, conforme a compartimentação proposta por Saboia (2009) e Braga *et al.* (2008): (I) Sequência Vulcânica Básica a Intermediária Areinha composta por basaltos, gabros e andesitos e (II) Sequência Pedra Furada, composta por riolitos, dacitos e rochas piroclásticas félsicas com tufos e brechas. As Idades modelo T_{DM} obtidas por Saboia (2009) variam entre 1,91 e 0,86 Ga, indicando que a Formação Monte do Carmo foi derivada de fontes paleo- a neoproterozóicas. Ribeiro & Alves (2017) obtiveram idades U-Pb em brecha vulcânica e basalto andesítico de 643 ± 10 Ma e $588,8 \pm 8,6$ Ma, respectivamente. Frasca *et al.* (2010) e Saboia (2009) interpretam o ambiente de formação da sequência relacionando-o à abertura de um rifte continental.

Uma questão que permanece em aberto é a correlação entre a Formação Monte do Carmo e o Grupo Natividade. O **Grupo Natividade** foi distinguido inicialmente por Moore (1963) e denominado Série Natividade por Hasui *et al.* (1984).



Foi definido por Costa *et al.* (1976) como um grupo constituído por uma sequência metassedimentar polideformada e metamorfozizada em fácies xisto verde baixo. O grupo aflora de forma descontínua na região de Porto Nacional e Natividade-Almas (Saboia, 2009), sustentando serras e elevações de direção NE-SW a sudeste de Porto Nacional, na Serra Manoel do Carmo, e a sul-sudoeste de Monte do Carmo (Costa *et al.*, 1984 e Gorayeb, 1996). A unidade compreende quartzitos puros e micáceos intercalados com níveis de conglomerados polimíticos, filitos, mármore dolomíticos e ardósias, com frequentes estruturas sedimentares primárias, como marcas de onda, estratificação plano-paralela e cruzada tabular (Gorayeb, 1996). A ausência de intercalações de rochas vulcânicas não permite definir idade precisa para o Grupo Natividade, porém, Marques (2009) discute a correlação do Grupo Natividade com as fases pós-rifte da Bacia Araí, que recebeu a deposição do grupo homônimo. Pimentel *et al.* (1991) atribuíram idade de 1771 ± 2 Ma (U-Pb) para a cristalização de riolitos que ocorrem na base da Formação Arraias, interpretando tal dado como a idade deposicional do Grupo Araí. Essas considerações colocam o Grupo Natividade como integrante dos processos de rifteamento que afetaram o Brasil Central durante o Estateriano (1,8 a 1,6 Ga).

Em relação ao magmatismo neoproterozóico na região de Porto Nacional, Gorayeb (1996) descreveu a existência de outras suítes no final do Neoproterozóico (em torno de 540 Ma) com associação de granitos alcalinos, charnockitos, anortositos e rochas máficas. Dentre elas, destaca-se a **Suíte Gabro-Anortosítica Carreira Comprida**, a qual foi definida por Gorayeb (1996) como composta por um plúton alongado na direção NNE-SSW, de 25 km de comprimento e de 8 a 10 km de largura. Esta suíte encontra-se inserida na Zona de Cisalhamento dúctil de Porto Nacional, encaixada em xistos da Formação Morro de Aquiles. Os dados geocronológicos deram idades de 2,07 Ga em cristais de zircão pelo método de evaporação de Pb (Gorayeb *et al.*, 2000). Porém, Lima *et al.* (2008) consideram que essa idade corresponde a idades de zircões herdados de um material crustal mais antigo. Esses autores dataram as rochas máficas pelo método U-Pb em zircão e encontraram idades de 526 Ma e 533 Ma, além de obter uma idade modelo de 2160 Ma e valores de ϵ_{Nd} variando entre -7 e -12,24. A idade modelo é compatível com a contribuição de rochas



pertencentes ao embasamento formado pelas rochas dos Complexos Rio dos Mangues e Porto Nacional.

A **Suíte Aliança**, também de idade neoproterozóica, foi definida por Frasca (2010) como um conjunto de granitos, granodioritos e tonalitos peraluminosos, de idade em torno de 600 Ma. A suíte é composta por dois corpos intrusivos distintos: o tonalito-granodiorito Aliança e o tonalito Serra do Tapuio (Bizzi *et al.*, 2003). Os dois apresentam-se amalgamados entre os complexos granulíticos Rio dos Mangues e Porto Nacional, e são, assim, interpretados como parte do embasamento da Faixa Araguaia.

A **Suíte Santa Luzia** é outra suíte com idade neoproterozóica, que foi primeiramente chamada de Granito Santa Luzia. Foi definida por Costa *et al.* (1983) como um conjunto de rochas graníticas, com morfologia arredondada e diques, intrudindo nas rochas metassedimentares do Grupo Estrondo. O nome “Suíte Santa Luzia” foi empregada por Hasui *et al.* (1984) para integrar rochas de composição granítica e granodiorítica dentro desta unidade. Os estudos geocronológicos realizados pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) obtiveram idade de 593 Ma em zircões segundo o método U-Pb, coincidente com a idade obtida por Frasca (2010).

Por fim, a última suíte neoproterozóica da região é denominada **Suíte Lajeado**. Esta foi definida inicialmente por Barbosa *et al.* (1966) para agrupar corpos graníticos próximos à cidade de Lajeado. Tal denominação foi utilizada posteriormente por Gorayeb *et al.* (2001, 2013) para agrupar três corpos graníticos paleoproterozóicos: Palmas, Matança e Lajeado. Ribeiro & Alves (2017) mantiveram a designação de Gorayeb *et al.* (2013) e adicionam o Granito Aroeiras, de dimensões reduzidas se comparadas às dos outros corpos. Os granitos dessa unidade possuem assinatura geoquímica subalcalina e caráter metaluminoso a levemente peraluminoso (Gorayeb *et al.*, 2013). Os dados geocronológicos, pelo método de evaporação de Pb em zircão, revelam idades de cristalização entre 552 e 545 Ma. As análises isotópicas de Sm-Nd forneceram valores de ϵ_{Nd} (0,55 Ga) variando entre -10 e -13 e idades modelo T_{DM} variando entre 2,1 e 1,7 Ga, sugerindo envolvimento da crosta paleoproterozóica na formação desses granitos (Gorayeb *et al.*, 2013). A Suíte representa assim, uma



granitogênese do tipo A tardi-colisional, desenvolvida em regime extensional, marcando o final da evolução da Faixa Araguaia.

De idade paleozóica, as rochas da borda sudoeste da **Bacia do Parnaíba** se encontram na região de estudo. Na literatura mais antiga, essa bacia intracratônica é identificada pelos nomes Bacia do Maranhão ou do Piauí-Maranhão. A bacia, de 665.888 km², localiza-se entre os crátons Amazônico e São Francisco, distribuindo-se pelos estados do Piauí, Maranhão, Pará, Tocantins, Bahia e Ceará (Vaz *et al.*, 2007). Com comprimento de aproximadamente 1.000 km e 970 km de largura, a bacia apresenta forma elíptica, contendo uma pequena espessura em comparação à sua grande extensão, o que está relacionado à subsidência termal flexural, que ocorreu lentamente durante sua evolução no Paleozóico (Figueiredo & Raja-Gabaglia, 1986). A espessura da coluna sedimentar atinge cerca de 3.500 metros no seu local de máxima deposição (Vaz *et al.*, 2007), com 500 metros de rochas básicas na forma de soleiras e derrames e 3.000 metros de rochas sedimentares siliciclásticas (Góes *et al.*, 1994; Vaz *et al.*, 2007). As rochas são principalmente formadas por sedimentos siliciclásticos depositados durante vários ciclos transgressivos-regressivos (Góes *et al.*, 1994; Vaz *et al.*, 2007), com ocorrência de rochas metamórficas e ígneas de várias idades. Almeida & Carneiro (2004) afirmam que o desenvolvimento da Bacia do Parnaíba ocorreu sobre embasamento continental durante a fase de estabilização da plataforma Sul-Americana, e sua subsidência ocorreu no Ciclo Brasileiro devido a eventos térmicos pós-orogênicos. As rochas da Bacia do Parnaíba destacam-se na morfologia apresentando escarpas, planaltos e planícies formando o Gráben de Porto Nacional (Gorayeb, 1996). Essas rochas foram divididas estratigraficamente em cinco super sequências deposicionais: Grupo Serra Grande (Siluriano); Grupo Canindé (Mesodevoniano-Carbonífero); Grupo Balsas (Neocarbonífera-Eotriássica); Formação Pastos Bons (Jurássico) e Formações Codó, Corda, Grajaú e Itapecuru (Cretáceo) (Vaz *et al.*, 2007).

Na região de Monte do Carmo, as coberturas sedimentares de idades paleozóicas recobrem discordantemente grande parte da área, e afloram, predominantemente, as rochas do Grupo Canindé e do Grupo Serra Grande. O **Grupo Canindé** é representado pela Formação Pimenteiras, de idade Devoniana (Góes &



Feijó, 1994), e ocorre recobrimdo os chapadões da Serra do Lajeado, ao norte da área do projeto, além de ocupar extensas áreas em ambas as margens do Rio Tocantins. Consiste, principalmente, de folhelhos cinza-escuros a pretos esverdeados, em parte bioturbados. São radioativos, ricos em matéria orgânica e representam a ingressão marinha mais importante da bacia (Vaz *et al.*, 2007). Várias estruturas sedimentares podem ser observadas assim como a ciclicidade deposicional. Della Fávera (1990) descreveu estratificação cruzada tabular ou sigmoidal, e uma mudança de tendência transgressiva para regressiva na passagem gradacional para a Formação Cabeças, que lhe é sobreposta. Além disso, eventos de tempestades podem ser evidenciados pela presença de estruturas como hummocky e camadas de base plana e topo ondulado, além de corpos arenosos sigmoidais. A deposição é interpretada como de ambientes neríticos plataformais, variando desde plataforma interna até plataforma aberta com intercalações de siltito e arenito. A sedimentação remete a um ambiente de plataforma rasa dominada por tempestades. A Formação Pimenteiras limita os depósitos da planície do Tocantins desde 30 km ao sul de Lajeado até Porto Nacional, onde cede lugar às rochas do embasamento (Góes & Feijó, 1994).

O **Grupo Serra Grande** é representado pela Formação Jaicós, de idade Siluriana (Costa *et al.*, 1984), a qual ocorre sustentando escarpas verticalizadas no topo de serras e embutido no interior de *grábens* na borda da Bacia do Parnaíba. O contato com a Formação Pimenteiras, a sudeste do município de Palmas, se dá por falha normal e de forma discordante sobre o Granito Lajeado. Ocupa, ainda, áreas abatidas por falhamentos, na margem oeste do Rio Tocantins, além de aflorar na base da *Serra das Cordilheiras*, entre 5 e 10 km a oeste do município de Porto Nacional. A formação é caracterizada por arenitos médios conglomeráticos, localmente arcoseanos, mal selecionados e imaturos texturalmente. Há presença constante de estratificações cruzadas tabulares e acanaladas, acamamento plano-paralelo e canais de corte e preenchimento. O ambiente deposicional é interpretado como fluvial entrelaçado, dominado por areias com cascalhos subordinados (Góes & Feijó, 1994).

As rochas da Bacia do Parnaíba apresentam-se truncada por três principais lineamentos que foram responsáveis pelo controle das direções deposicionais até o Eocarbonífero, sendo eles: Pico-Santa Inês, Marajó-Parnaíba e Lineamento



Transbrasiliiano (Vaz *et al.*, 2007). No Estado do Piauí, algumas intrusões kimberlíticas, como as de Redondão, Gilbués e Fazenda Largo, foram encontradas intrudindo as sequências da bacia. De idade cretácea, essas intrusões são interpretadas como resultado do Lineamento Transbrasiliiano (Kaminsky *et al.*, 2009).

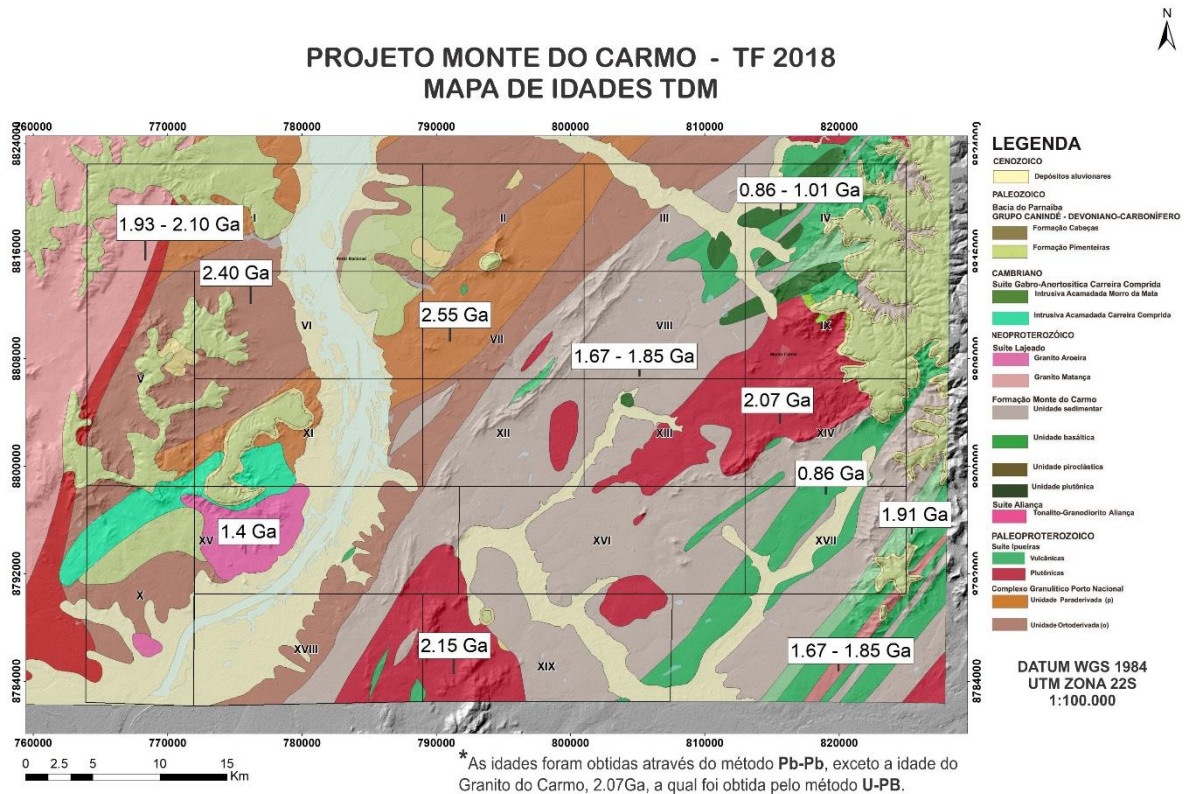
Por fim, na área de estudo, destaca-se a ocorrência de **coberturas detrítico-lateríticas ferruginosas**, compostas por quartzo e argilominerais, e horizontes concessionários de óxidos e hidróxidos de ferro. Segundo Ribeiro & Alves (2017), esses depósitos recobrem parcialmente várias unidades da área de estudo. Nos domínios das rochas da Bacia do Parnaíba, as coberturas se desenvolveram quase exclusivamente sobre os siltitos argilosos e arenitos finos da base da Formação Pimenteiras. Estas coberturas encontram-se também expostas em vastas áreas planas no topo da Serra do Lajeado. Já as coberturas desenvolvidas sobre as rochas da Faixa Araguaia são mais restritas, descontínuas e pouco espessas. Geralmente, ocorrem como *platôs* lateríticos constituídos por materiais detríticos diversos, como areia, fragmentos de rocha e de veios de quartzo.

Além destas coberturas, as **coberturas do quaternário**, caracterizadas por Ribeiro & Alves (2017) como pacotes arenosos com gradação para níveis de granulação mais grossa até níveis conglomeráticos mosqueados, compactados por uma matriz argilosa, ocorrem na região. Estes sedimentos inconsolidados são relacionados à evolução do Rio Tocantins, alinhado N/S cujo fluxo de montante para jusante é direcionado da parte meridional para a parte setentrional.

Com o intuito de sintetizar a evolução do conhecimento e das unidades descritas nesse capítulo, os principais supergrupos e formações individualizadas foram agrupados no Anexo 3 - Quadro de idades propostas para unidades descritas no Projeto Monte do Carmo, de acordo com os critérios geocronológicos. O mapa a seguir traz uma adaptação do mapa geológico confeccionado e disponibilizado pela CPRM (2017) com uma síntese das idades geocronológicas compiladas a partir de dados bibliográficos.



Figura 3-2: Mapa de idades T_{DM} Projeto Monte do Carmo. As idades obtidas nos anortositos foram atribuídas a zircões herdados no trabalho de Lima (2008).



Mapa Geológico adaptado de CPRM (2017) com idades geocronológicas extraídas de Gorayeb et al. (2000); Quaresma e Kotschoubey (2001); Gorayeb & Moura (2002); Arcanjo (2002); Chaves et al. (2008); Saboia (2009); Gorayeb et al. (2013); Maia (2016) e Ribeiro e Alves (2017).

Fonte: Adaptado de CPRM (2017) com idades geocronológicas extraídas de Gorayeb *et al.* (2000); Quaresma e Kotschoubey (2001); Gorayeb & Moura (2002); Arcanjo (2002); Chaves *et al.* (2008); Saboia (2009); Gorayeb *et al.* (2013); Maia (2016) e Ribeiro & Alves (2017).

3.3 INTERPRETAÇÃO GEOFÍSICA

3.3.1 Magnetometria

O Método Magnetométrico baseia-se na leitura do campo magnético em uma certa região de interesse. O campo magnético medido num levantamento aeromagnético é o resultado vetorial do Campo Magnético Externo (CME), do Campo Magnético Interno (CMI) e do Campo Magnético Crustal (CMC). No mapeamento geológico, a componente de interesse refere-se ao CMC, pois este reflete a variação de susceptibilidade magnética das rochas. Para isolar o sinal do CMC, são feitas correções de CME e CMI, variação diurna e IGRF (*International Geomagnetic*



Reference Field), respectivamente. Esse sinal tem como fonte primordial os minerais magnéticos, tais como: magnetita, pirrotita e ilmenita. Esses são encontrados em maiores concentrações em rochas máficas/ultramáficas, porém, devido aos processos intempéricos, tendem a ser remobilizados e concentrados em zonas de falhas e fraturas. Isso faz com que, por meio da aplicação do método aeromagnético, seja possível investigar a estruturação de uma região em profundidade.

Os lineamentos definidos a partir dos produtos geofísicos são capazes de nos fornecer informações importantes a respeito da concentração e/ou tipo da mineralogia magnética, das feições estruturais (a partir de grandes feições lineares) e do arcabouço estrutural regional. Desta forma, este produto auxilia na identificação das principais falhas, das grandes zonas de cisalhamentos (rúpteis, rúpteis-dúcteis e dúcteis) e dos grandes dobramentos e sua cinemática regional.

No Projeto Monte do Carmo (PMC) foi feita uma análise dos produtos da aeromagnetometria da seguinte forma:

- I. Delimitação dos grandes lineamentos estruturais a partir dos produtos TILT e 1Dz com posterior divisão dos domínios estruturais marcados preferencialmente pela direção de seus lineamentos. O principal objetivo dessa análise foi auxílio no entendimento do arcabouço estrutural e comparação com a resposta em superfície dos corpos rochosos da região.
- II. Delimitação de lineamentos menores com o auxílio dos produtos do Sinal Analítico 3D (SA3D) junto com a 1Dz, com a divisão dos domínios a partir da composição dos minerais magnéticos. O principal objetivo dessa análise foi separar os domínios baseando-se na assinatura magnética, a partir da amplitude do sinal analítico dos seus lineamentos menores, a fim de comparar com os afloramentos em superfície e com o fechamento de contatos litológicos.



3.3.1.1 Domínios Magnético-Estruturais

A partir dos produtos da aeromagnetometria disponíveis para a região do Projeto Monte do Carmo, foi possível a divisão da área em cinco domínios estruturais distintos com base no padrão e orientação dos lineamentos (Figura 3-3).

O domínio I encontra-se no setor oeste do PMC, alcançando apenas uma parte das áreas I e V. Esse domínio é caracterizado por lineamentos orientados predominantemente na direção E-W, na porção sul, se que migram para NE com algumas feições alíneas NW de menor expressão.

O domínio II intercepta a metade oeste das áreas do PMC. É limitado por duas falhas transcorrentes de cinemática sinistral, a leste e a oeste, com direção NE, formando uma grande zona de cisalhamento. Esse domínio é caracterizado por lineamentos longos e contínuos que delimitam sigmóides quilométricos. Na porção sul, os lineamentos possuem uma direção predominante E-W e tendem à direção NE na parte central, retornando para E-W na porção norte. Também estão presentes alguns lineamentos de direção NW, relacionados a falhas e fraturas antitéticas da zona de cisalhamento.

O domínio III abrange as áreas do extremo nordeste do PMC. Nesse domínio, os lineamentos possuem uma direção predominantemente NE, como sigmóides discretos de cinemática sinistral, chegando até 10 km de comprimento.

O domínio IV intercepta a metade leste das áreas do projeto. Nele os lineamentos ocorrem predominantemente com direção NE, com outros de menor expressão NW. Nesse domínio também foi possível inferir uma falha transcorrente N-S na porção sul.

O domínio V compreende as áreas do extremo sudeste do projeto e é caracterizado por lineamentos de direção NE bem delimitados.

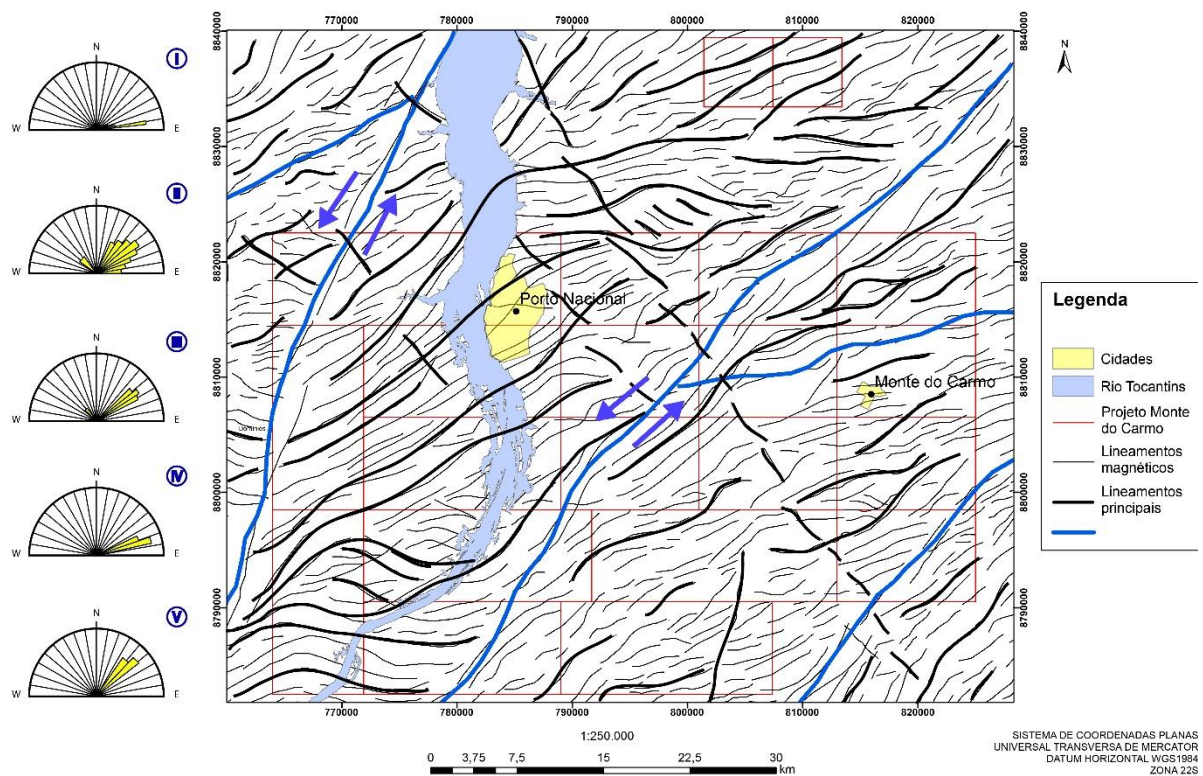
Portanto, de forma geral, a direção predominante de estruturação dos domínios é NE, com algumas porções E-W e N-S relacionadas às curvas dos sigmóides que exibem uma cinemática predominantemente sinistral. Na porção central da área do PMC, diques de diabásio estão encaixados nesses lineamentos NW, cortando toda a área de NW para SE.



Dessa forma, foi gerada a figura dos lineamentos estruturais interpretados da área do Projeto Monte do Carmo (Figura 3-3), através de produtos de aeromagnetometria (TILT, 1Dz e Gradiente Horizontal Total – GHT), onde as linhas azuis delimitam os 6 domínios, nomeados por algarismos romanos; as linhas pretas destacam os principais lineamentos; e as linhas vermelhas sinalizam os diques de diabásio. No lado esquerdo da imagem podem ser observadas as rosetas, mostrando as direções preferenciais dos lineamentos de cada domínio.

Figura 3-3: Figura de lineamentos estruturais interpretadas da área do Projeto Monte do Carmo através de produtos de aeromagnetometria (TILT, 1Dz e GHT).

Mapa de Domínios Magnéticos Interpretado



3.3.1.2 Domínios Magnéticos Composicionais

Foram gerados, também, mapas de domínios magnetométricos (Figura 3-4 e Figura 3-5) baseados nas assinaturas magnéticas, a partir dos produtos da 1Dz, juntamente com o SA3D, onde foram divididos 11 domínios magnéticos, sintetizados no Quadro 3-1.



Figura 3-4: Mapa de domínios magnéticos SA3D.

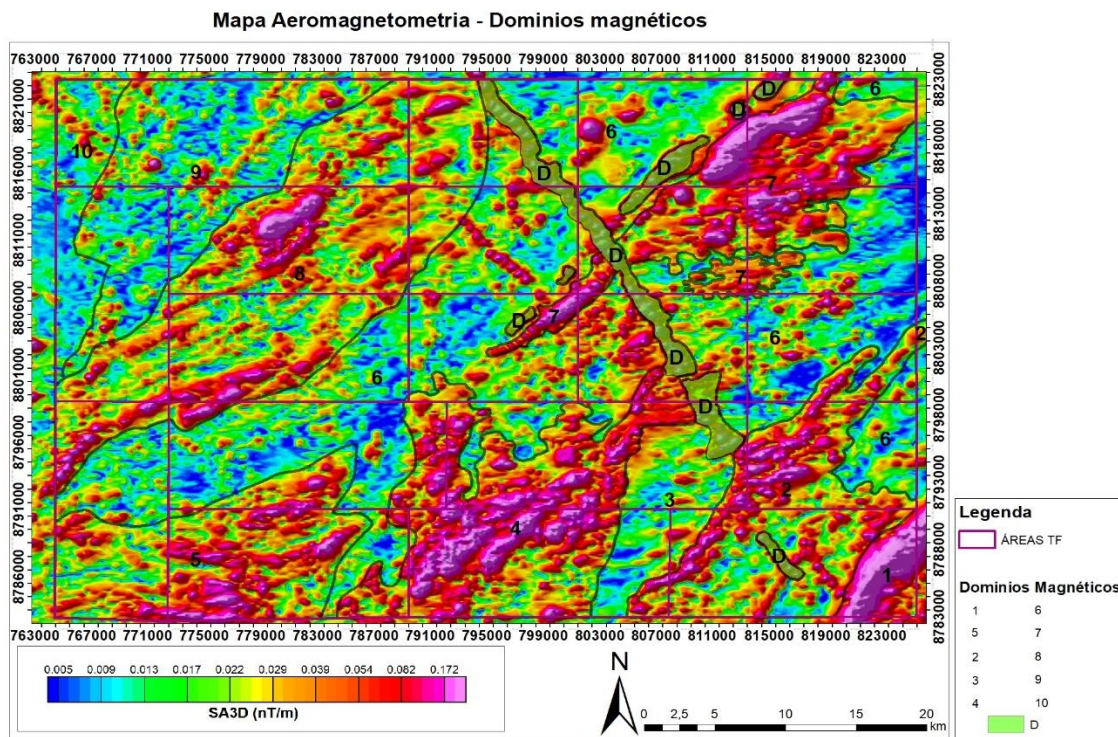
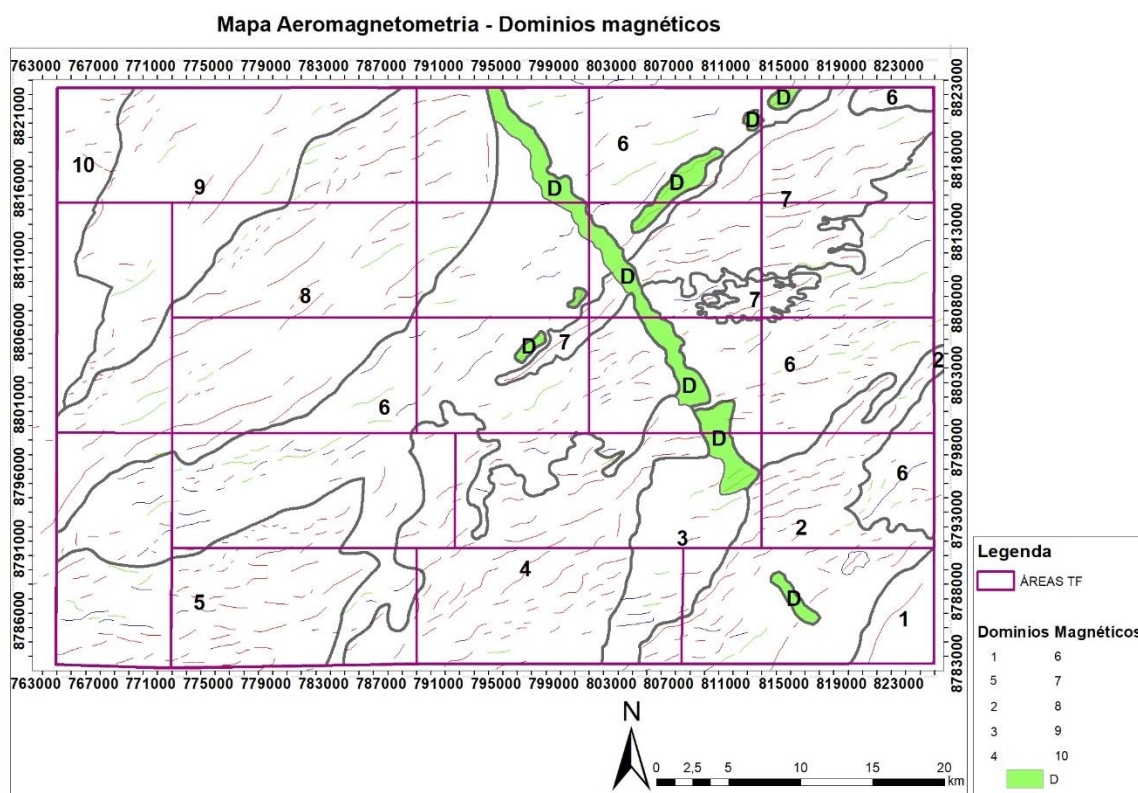


Figura 3-5: Mapa de domínios com amplitude de sinais analíticos.





Quadro 3-1: Características dos principais domínios magnéticos composicionais.

Domínio	Descrição
1	Domínio marcado por uma amplitude muito alta, homogêneo com valores de 0,172 nT/m. O alinhamento preferencial é N45E.
2	Domínio marcado por uma amplitude alta a muito alta, com valores que variam de 0,082 a 0,172 nT/m, não homogêneos com sinal enfraquecendo na porção sudeste do domínio. O domínio também é definido por um <i>trend</i> NE forte de alta amplitude com uma tendência sigmoidal.
3	Domínio com uma amplitude baixa que varia a média em eventuais locais, apresenta um <i>trend</i> NS bem marcado que divide o domínio na porção Leste. A amplitude tem sinal entre 0,005 e 0,013 nT/m e lugares localizados possui uma amplitude alta com <i>trend</i> EW.
4	Anomalia magnética sigmoidal, com um <i>trend</i> preferencial NE dos lineamentos de alta intensidade exclusivamente. Homogêneo, apresenta um sinal entre 0,082 a 0,172 nT/m.
5	Domínio magnético de intensidade alta, padrão dos lineamentos de alta e baixa intensidade seguindo um <i>trend</i> EW e curvando para NE. O sinal possui uma variação na sua intensidade que varia de Leste a Oeste. Na parte Leste o domínio possui intensidade baixa, de 0,017 a 0,022 nT/m; na porção cento-leste o domínio apresenta uma amplitude de 0,082 nT/m que varia até 0,172 nT/m.
6	Domínio de baixa intensidade, marcada por uma estruturação NE dos lineamentos de baixa amplitude, eventuais corpos de alta intensidade estão presentes no domínio. Os lineamentos se apresentam como pequenos sigmoides. A intensidade é 0,005 a 0,013 nT/m.
7	Domínio de alta intensidade, estruturalmente marcado pelo <i>trend</i> NE de 0,172 nT/m de intensidade. Os lineamentos são exclusivamente de alta intensidade fortemente marcados. Em setores centrais o valor do sinal diminui para 0,082 nT/m, sendo, porém, ainda alto.
8	Domínio sigmoidal, muito bem marcado, os lineamentos são sigmoidais também, tanto de alta quanto de baixa intensidade. O sinal não é tão forte, nem tão homogêneo quantos nos demais domínios. O sinal na parte mais intensa atinge 0,082 nT/m, mas apresenta valores de 0,039 nT/m e 0,005 nT/m.
9	Domínio de baixa intensidade, marcados por lineamentos sigmoidais de baixa amplitude, eventuais lineamentos de alta intensidade apresentam-se também. No geral, o sinal é fraco, com valor de 0,005 nT/m. Corpos alinhados são muito definidos com estruturação NE.
10	O domínio é marcado pelo aumento no sinal e pelo <i>trend</i> NW agora, tanto dos lineamentos de alta quanto de baixa intensidade. A sinal é muito fraco também, 0,005 nT/m.
D	São grandes corpos alinhados segundo os <i>trends</i> NE e NW de alta intensidade com valores médios de 0,082 nT/m.

A partir da análise dos dados acima, foram feitas uma série de inferências, listadas a seguir.

- A geofísica mostra uma forte estruturação de *trend* principal NE, além de diferenças na amplitude do sinal e também estruturas menores com formatos sigmoidais. As duas estruturas mais marcadas são grandes zonas de cisalhamentos com cinemática sinistral, com sigmoides que reforçam esse cisalhamento.



- Os dados propõem duas gerações de diques; uma NE e outra NW, que são correlacionadas a nível de afloramento.
- Existe uma pequena correlação entre a estruturação extraída da magnetometria e os lineamentos extraídos do Modelo Digital de Elevação (MDE).
- As grandes variações da amplitude do sinal analítico estão associadas juntamente com variações litológicas. Onde a amplitude do sinal aumenta drasticamente, temos corpos MUM (máficos-ultramáficos); onde a amplitude se apresenta com valores altos a moderados, encontram-se rochas félsicas com minerais magnéticos associados, tais como gnaisses tonalíticos com ilmenita como mineral acessório. Quando a amplitude é baixa ou muito baixa, trata-se de rochas sem nenhum mineral magnético associado em sua assembleia, como por exemplo quartzitos e rochas sedimentares da Bacia do Parnaíba.
- A análise sugere uma estruturação N-S, que coloca rochas com alta amplitude magnética e baixa amplitude magnética lado a lado, indicando um grande falhamento.
- Os domínios magnéticos indicam, a partir da susceptibilidade magnética da composição mineral das rochas, um grande contraste entre rochas fortemente magnéticas e outras menos magnéticas, porém não é o método mais adequado para traçar contatos regionais, sendo melhor indicado para o arcabouço estrutural, definindo as principais zonas de cisalhamentos e falhas.

3.3.2 Gamaespectrometria

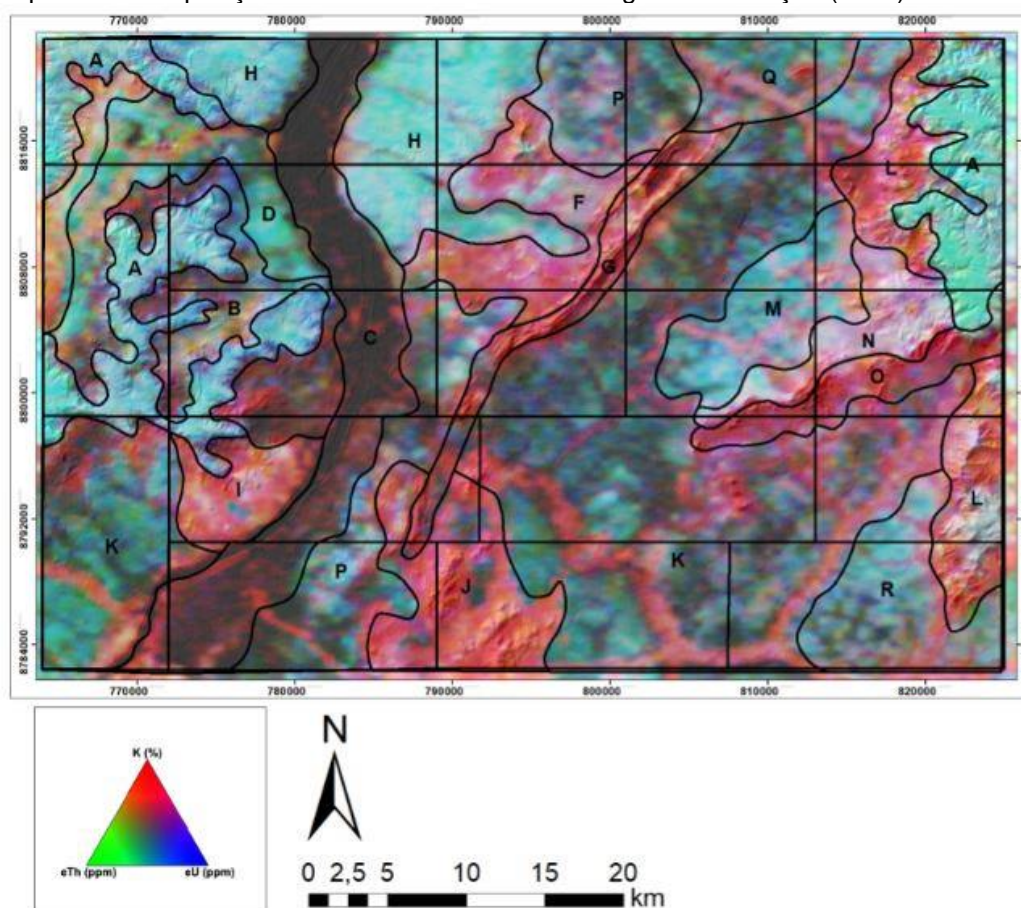
A gamaespectrometria é um método capaz de detectar a radiação gama resultante da desintegração dos elementos radioativos potássio (K^{40}), urânio (U^{238}), tório (Th^{232}) e seus respectivos isótopos filhos presentes na composição da maioria das rochas (Ferreira, 2016; IAEA, 2003). Trata-se de um método geofísico superficial, já que mais de 90% da radiação gama emanada da superfície terrestre origina-se nos primeiros 35 cm da crosta do planeta, aproximadamente. A quantificação da variação



na proporção desses elementos, proporcionada pelos produtos derivados dos dados gamaespectrométricos, permite mapear o arcabouço aflorante em uma região, uma vez que as concentrações relativas de K, U e Th refletem a natureza composicional do substrato rochoso (Ferreira, 2016). Além disso, a análise do conteúdo desses radioelementos possibilita avaliar a atuação de processos intempéricos que ocorrem na superfície terrestre (Ferreira, 2016).

O produto principal utilizado para interpretação e delimitação de domínios gamaespectrométricos foi a composição ternária RGB, resumindo-se na divisão de regiões que apresentam respostas distintas para os rádio-elementos quantificados durante a aquisição do dado. Abaixo encontram-se o mapa de domínios (Figura 3-6) e uma tabela com suas principais características (Quadro 3-2).

Figura 3-6: Domínios gamaespectrométricos da área do projeto Monte do Carmo delimitados a partir da composição ternária RGB e do modelo digital de elevação (MDE) ao fundo.





Quadro 3-2: Descrição das principais características dos domínios gamaespectométricos do Projeto Monte do Carmo.

Domínio	RGB	eU	K	eTh	Interpretação
A	Branco e ciano	Muito alto	Baixo	Muito alto	Domínio de relevo plano, apresentando contato anastomosado com outros domínios. A alta concentração de eTh e eU está relacionada à presença de crosta laterítica e às rochas da Bacia do Parnaíba. Grande parte da ocupação do solo é destinada à atividade agrícola.
B	Preto, Azul e Vermelho	Baixo	Baixo-Moderado	Baixo	Ocorre na porção oeste da área, encaixado com as rochas da Bacia do Parnaíba. O relevo é plano a suavemente ondulado e a resposta gamaespectométrica é relativamente baixa em todos os canais, com pequeno destaque para o K.
C	Preto	Baixo	Baixo	Baixo	Esse domínio representa o Rio Tocantins e sua planície de inundação. Possui como principal característica baixa concentração nos três canais e coloração preta no produto RGB.
D	Verde Azulado	Baixo	Baixo	Moderado	Apresenta relevo plano e resposta verde azulada no produto RGB. O canal de eTh se destaca em relação aos eU e K.
E	Vermelho Amarelado	Baixo-Moderado	Muito alto	Alto	Bordeado pelas rochas da Bacia do Parnaíba e pelo domínio D, essa região destaca-se das suas redondezas por apresentar altos K, eTh e moderado a baixo eU. O relevo é plano e sua resposta no RGB apresenta tons de vermelho amarelado.
F	Vermelho Rosado	Moderado	Alto	Baixo	Relevo suave a ondulado, formando corpos levemente circulares e alongados. Esse domínio apresenta alta concentração em K.
G	Vermelho	Baixo	Moderado-Alto	Muito Baixo	Esse domínio é caracterizado por uma serra de relevo acentuado e direção NE. Representa a sequência metavulcanossedimentar indiferenciada.
H	Ciano	Muito alto	Baixo	Muito alto	Domínio próximo ao Rio Tocantins, de relevo plano e caracterizado por forte cor de ciano na composição RGB. Os valores de eU e eTh são



Domínio	RGB	eU	K	eTh	Interpretação
					expressivamente mais altos que o de K. Provavelmente trata-se de uma área que corresponde a terraços aluviais recentes.
I	Vermelho e Branco	Baixo	Muito alto	Baixo	Relevo plano a suave ondulado, com formato circular. Esse domínio apresenta alta concentração de K em relação aos outros canais e provavelmente representa os granitos da unidade Aroeiras
J	Vermelho	Baixo	Muito alto	Baixo	Esse domínio, de relevo suave a forte ondulado, com formato circular, está relacionado à presença da intrusão granítica pertencente a Suíte Ipueiras. O alto K está ligado à composição dos granitos, ricos em feldspato potássico
K	Verde Musgo	Baixo	Moderado-Baixo	Baixo	Extenso domínio de relevo plano, caracterizado pelo tom de verde musgo na composição RGB e pelos valores baixos nos três canais. Está relacionada à porções dominadas por coberturas lateríticas.
L	Vermelho	Moderado	Muito alto	Moderado	Relevo forte ondulado, a resposta alta no canal do potássio provem da acumulação na rede de drenagem devido a sua mobilidade. Apresenta como fonte argilominerais provenientes do intemperismo de folhelhos da Formação Pimenteiras da Bacia do Parnaíba.
M	Ciano	Alta	Baixo	Alto	Domínio de relevo plano e contato anastomosado com os outros domínios. A cor ciano (valores altos de eU e eTh e baixo K) reflete ausência de afloramentos.
N	Branco e Vermelho	Moderado-Alto	Moderado-Alto	Alto	Apresenta contato anastomosado com os outros domínios e orientação NE. Relevo ondulado. Se destaca pela cor branco-avermelhada e valores altos de Eu, K e ETh. Pode estar relacionado aos granitos da Suíte Ipueiras.
O	Vermelho	Baixo	Alto	Moderado-Baixo	Faz contato com o domínio N e segue a mesma orientação NE. O relevo é ondulado. Os valores de K ressaltam em relação aos outros elementos. Pode estar relacionado aos quartzitos da Formação Monte do Carmo.



Domínio	RGB	eU	K	eTh	Interpretação
P	Ciano – Preto	Moderado	Baixo	Moderado	Domínio de relevo plano, apresentando tons de ciano e contato com a planície de inundação do Rio Tocantins e domínio delimitado pelo granito da Suíte Ipueiras. Esse domínio está provavelmente associado à ausência de afloramentos e/ou presença de laterito.
Q	Verde	Moderado	Baixo	Moderado	Relevo plano e baixo valor de K e moderado de eU e eTh. Pode estar associado a ausência de afloramento e/ou presença de laterito.
R	Ciano	Moderado	Baixo	Moderado	Domínio apresenta relevo plano e baixo K em relação ao eU e eTh. Pode estar associado a ausência de afloramento e/ou presença de laterito.



4 GEOLOGIA DO PROJETO

No Item 1 foi apresentado o compilado bibliográfico para a geologia da região do Projeto Monte do Carmo. Os tópicos que seguem têm o objetivo de descrever, em ordem geocronológica, as unidades litoestratigráficas que efetivamente o compõem, definidas com base em critérios petrográficos, estruturais, deformacionais e metamórficos observados em mapeamento em escala 1:50.000. A identificação e descrição dessas unidades, com o auxílio do sensoriamento remoto e da aerogeofísica, possibilitaram a elaboração do mapa geológico integrado do Projeto Monte do Carmo (Anexo 4 - Mapa Geológico do Projeto Monte do Carmo), produto final do projeto.

4.1 UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

4.1.1 Complexo Porto Nacional

O Complexo Porto Nacional está localizado a oeste da área do Projeto Monte do Carmo, disposto em faixas anastomosadas com *trend* NE-SW e é composto por rochas paraderivadas e ortoderivadas. Ocorre principalmente nas áreas I, III, V, VI, VIII, X e XI. As rochas pertencentes a essa unidade estão associadas a um baixo topográfico, onde os melhores afloramentos ocorrem próximos às rochas dos Grupos Serra Grande e Canindé, aflorando como blocos rolados, basculados e *in situ* e raramente como lajedos.

Os corpos das rochas paraderivadas ocorrem na forma de lentes, intercalados dentro da unidade ortoderivada, em geral alongados e paralelos à estruturação regional de direção NE-SW. As rochas do complexo Porto Nacional atingiram fácies granulito, e são encontradas de forma que o grau metamórfico se apresenta maior de leste para oeste nesse complexo.

A unidade ortoderivada (PP2ypn(o) – simbologia proposta pela CPRM) compreende granada-hornblenda gnaisses tonalíticos, clinopiroxênio-ortopiroxênio-biotita gnaisses tonalíticos, olivina-plagioclásio-piroxênio gnaisses, cianita-plagioclásio-hornblenda gnaisses, anfíbolitos, granulitos máficos, clorita-talcotremolita xistos, enderbitos e metamáficas.





A unidade paraderivada (PP2pn(p)) compreende gnaisses feldspáticos, estaurolita-silimanita-granada gnaisses, biotita-hornblenda-grafita gnaisses, silimanita-granada-biotita gnaisses, cianita-silimanita-granada gnaisses, gonditos, granitos peraluminosos e xistos grafitosos. Os gonditos ocorrem como blocos isolados, sem um padrão associado aos pontos de ocorrência do mesmo; os xistos grafitosos ocorrem como lentes dentro dos paragneisses.

4.1.2 Formação Morro do Aquiles

A Formação Morro do Aquiles está localizada na parte centro norte e sudoeste do projeto Monte do Carmo e está disposta em faixas com *trend* NE-SW, definida por contatos tectônicos e cortada por zonas de cisalhamento transcorrentes NW-SE. Ocorre principalmente nas subáreas II, VI, VII e XV. Os afloramentos dessa formação ocorrem como lajedos, blocos *in situ* e por vezes em leitos de drenagens secas.

Ela compreende granada-muscovita xistos, granada-hornblenda gnaisses, muscovita-biotita gnaisses, muscovita-biotita migmatitos, andaluzita xistos, metabásicas, metaultrabásicas, gonditos e xistos grafitosos. Os xistos grafitosos ocorrem de forma restrita nessa unidade e os gonditos ocorrem sem padrão de distribuição, de forma isolada em meio a paragneisses e outros xistos.

4.1.3 Plutônicas Sin- a Pós- Tectônicas

As rochas plutônicas localizam-se no centro norte do Projeto Monte do Carmo, principalmente na área VII, e são representadas por três corpos graníticos intrusivos nos xistos da Formação Morro do Aquiles. Elas correspondem aos Granitos Torre, Santana e a Suíte Granítica Manduca, propostos pelo PMC, com cerca de 2 km, 1 km e 3 km de diâmetro, respectivamente. Esses corpos afloram principalmente como blocos *in situ*, lajedos e em drenagens secas.

O Granito Torre localiza-se na divisa das subáreas VII e II e corresponde a um muscovita-biotita granito, variando em composição até tonalito, com prevalência de fácies de granito médio, de textura inequigranular, composto por quartzo, plagioclásio, feldspato potássico, muscovita e biotita.



O Granito Santana está associado à vegetação de mata densa e relevo movimentado, na divisa da subárea VI, e corresponde a um biotita-granito de granulação grossa, milonitizado, composto por quartzo, biotita, plagioclásio, feldspato potássico e muscovita.

A Suíte Manduca aflora próximo ao Córrego Manduca, na divisa com a subárea XII, intercalado com os xistos da Formação Morro do Aquiles, em uma estrutura do tipo “*roof pendant*”. Corresponde a dois corpos granitoides de granulação fina a média, variando em composição de granito a granodiorito, prevalecendo a fácies muscovita-biotita granito médio.

4.1.4 Suíte Intrusiva Ipueiras

A Suíte Ipueiras aflora nas porções centro-sul e leste da área do Projeto, sendo que suas melhores exposições se encontram em grandes lajedos, blocos rolados e matacões localizados próximos ao município de Monte do Carmo (Subáreas IX, XIII, XIV, XVIII e XIX). Seus corpos estão alongados segundo a direção NE-SW e apresentam dimensões batolíticas, sendo que o maior deles apresenta cerca de 24 km de comprimento e o menor, 14 km.

Esta unidade (PP3gl(p)) é representada por biotita-sienogranitos, hornblenda-biotita-monzogranitos, sienogranitos, monzogranitos, leucomonzogranitos, calcita-clorita-metagranitos e granodioritos.

4.1.5 Suíte Vulcânica Santa Rosa

A Suíte Vulcânica Santa Rosa encontra-se no extremo sudeste da área do Projeto, apresentando-se estruturada com direção aproximada NNE-SSW. Está restrita às subáreas IV, IX, XVI, XVIII e XIX. Sua melhor exposição está localizada a norte da cidade de Monte do Carmo, constituída por blocos e lajedos ao longo do Córrego Santa Rosa. Está associada ao Granito do Carmo e é composta por riolitos, dacitos, ignimbritos e tufos.



4.1.6 Suíte Aliança (NP3ya)

A Suíte Aliança é um corpo de forma alongada que ocorre na porção oeste da área do Projeto Monte do Carmo, com direção NE-SW mais ou menos paralela às rochas da Suíte Gabro Anortosítica Carreira Comprida, fazendo contato tectônico com as rochas do Complexo Porto Nacional (por meio da Falha Brasil Escola, proposta pelo PMC), e com o Granito Matança (por meio da Zona de Cisalhamento Porto Nacional). Em algumas porções, essas rochas aparecem encobertas pelas rochas dos Grupos Serra Grande e Canindé.

A suíte nas subáreas I, V e X predominantemente na forma de blocos métricos *in situ* e na forma de lajedos, e é representada por hornblenda-biotita-granodioritos, biotita-monzogranitos, tonalitos, granito gnaisses, hornblenda-biotita-diorito, biotita gnisso tonalítico e metatexitos.

4.1.7 Sequência Metavulcanossedimentar Indiferenciada

Aflora na porção central da área, na Serra Manoel do Carmo, limitada a leste pela Zona de Cisalhamento Primavera e a oeste pela Zona de Cisalhamento Manoel do Carmo, apresentando aproximadamente 38 km de comprimento. Também se encontra presente na porção sudeste como um corpo expressivo de 22 km de extensão, e no nordeste da área com exposições restritas em drenagens. É constituída predominantemente por quartzitos puros, mas também por rochas metabásicas, metavulcanoclásticas, metassiltitos, ardósias e metaconglomerados polimíticos.

4.1.8 Intrusões Máfico-Ultramáficas

Estão localizadas a leste da Serra Manoel do Carmo, aflorando desde o extremo nordeste da área do projeto até o sul. São corpos intrusivos com escassez de afloramentos, tendo suas melhores exposições na forma de blocos em morrotes e ao longo de cortes de estrada. Apesar de apresentar poucos afloramentos, são rochas com elevada resposta magnética. Desta forma, a delimitação de seus corpos foi feita com o auxílio de produtos de aeromagnetometria.



Os corpos aflorantes na área em estudo são Monte do Carmo e VE3, segundo Limas (2008) e Marimbondo, mapeada no PMC; com maiores expressões nas Subáreas IV, IX e XIV. Esta unidade é composta por Ti hematita-clorita-xisto, quartzo-clorita-xisto, epidoto-clorita anfibolito, talco-tremolita-xisto, gabros, actinolita-epidoto-xisto, epidoto-clorita-xisto e hornblenda-piroxenito.

4.1.9 Formação Monte do Carmo

A Formação Monte do Carmo está localizada no extremo sudeste da área do Projeto, estruturada segundo a direção NE-SW. Suas melhores exposições encontram-se em drenagens com direção E-W e no caminho para a Fazenda da Escadinha, na Subárea XVII. É constituída pelas Sequências Sedimentar (NP3bmca, NP3mcaal e NP3mca), Vulcânica Ácida e Vulcânica Básica a Intermediária (NP3 α mca, NP3 β mca e NP3 β mcd, respectivamente). Os litotipos presentes na área de estudo são conglomerados polimíticos, arenitos líticos, grauvacas, arcóseos ou sub-arcóseos, rochas piroclásticas, riolitos, andesitos e basaltos.

4.1.10 Suíte Lajeado (NP3 γ 2mt)

A Suíte Lajeado é composta por dois corpos graníticos e ocorre na porção oeste da área do Projeto Monte do Carmo, com direção NE-SW, fazendo contato tectônico com as rochas da Suíte Aliança (por meio da Zona de Cisalhamento Porto Nacional) e intrudindo as rochas da Formação Morro do Aquiles e da Suíte Gabro Anortosítica Carreira Comprida. Em algumas porções, essas rochas aparecem encobertas pelas rochas dos Grupos Serra Grande e Canindé.

A suíte ocorre nas subáreas I, V, X e XV predominantemente na forma de blocos métricos in situ e na forma de lajedos de hornblenda-biotita sienogranitos que caracterizam o Granito Matança, e pelos granitos peraluminosos que caracterizam o Granito Aroeira.



4.1.11 Suíte Gabro-Anortosítica Carreira Comprida

A Suíte Gabro Anortosítica Carreira Comprida ocorre na porção oeste da área do Projeto Monte do Carmo, com direção NE-SW de formar aproximadamente paralela à faixa de rochas do Complexo Porto Nacional. Encontra-se em contato tectônico com as rochas da Formação Morro do Aquiles por meio de uma zona de cisalhamento dextral, em contato abrupto intrusivo respectivo ao Granito Aroeira (Suíte Lajeado) e, em algumas porções, essas rochas aparecem encobertas pelas rochas dos Grupos Serra Grande e Canindé.

A suíte ocorre nas subáreas V, X, XI e XV predominantemente na forma de blocos e lajedos, e é representada por meta-anortositos e hornblenda-gabros das intrusões Carreira Comprida (e1δcc) e Morro da Mata (e1δmm), respectivamente.

4.1.12 Grupos Serra Grande e Canindé

As rochas sedimentares pertencentes à Bacia do Parnaíba recobrem variadas unidades litológicas e estão presentes nos extremos leste e oeste da área do Projeto. Constituem as porções mais elevadas de serras escarpadas que bordejam a região e alguns perfis podem ser visualizados em cortes de estradas. Afloram a Formação Jaicós (pertencente ao Grupo Serra Grande) (Ssgj), estando sobreposta em discordância erosiva sobre as unidades proterozóicas do embasamento, e a Formação Pimenteiras (pertencente ao Grupo Canindé) (D23p). O contato entre essas duas formações é transicional, dado pela Formação Itaim.

A Formação Jaicós é composta por quartzo-arenitos, arenitos grossos, siltitos, paraconglomerados e ortoconglomerados, predominando os litotipos mais grossos. A Formação Itaim é constituída por intercalações entre níveis de siltito com estratos de arenitos finos e médios. Já a Formação Pimenteiras, é formada por siltitos de coloração marrom claro a acinzentada e por arenitos ferruginosos.



4.1.13 Diques e Soleiras

Afloram predominantemente na porção leste da área do Projeto (predominantemente nas Subáreas XIII, XIV e XVI), na forma de blocos rolados e *in situ*, e como lajedos em drenagens com boas exposições. Estão dispostos segundo as direções E-W, NE-SW e SW-NE e são constituídos por diabásios e (micro)gabros.

4.1.14 Lateritos (Nqdl)

As crostas lateríticas são encontradas em todas as subáreas do Projeto Monte do Carmo, com variações na sua extensão em cada uma delas. Ocorrem em áreas de relevo aplainado, e também no topo de muitos morros, sempre recobrimo unidades mais antigas.

Sua exposição ocorre predominantemente na forma de blocos e lajedos. Foram encontradas, na área do projeto, crostas lateríticas vermiformes e conglomeráticas, ambas com matriz hematítica e presença de caulinita e goethita.

4.1.15 Depósitos Aluvionares

Os depósitos aluvionares ocorrem em pouco mais de 70% das áreas do Projeto Monte do Carmo (áreas I, II, III, IIII, VI, VIII, X, XI, XII, XIII, XV, XVI, XVIII e XIX). Os depósitos mais expressivos deste tipo ocorrem associados ao Rio Tocantins, havendo ocorrências menores associadas a drenagens de menor porte.

São caracterizados como sedimentos inconsolidados associados a drenagens e áreas alagadas, tendo uma fração cascalhenta a arenosa, predominante, e sedimentos finos com matéria orgânica.

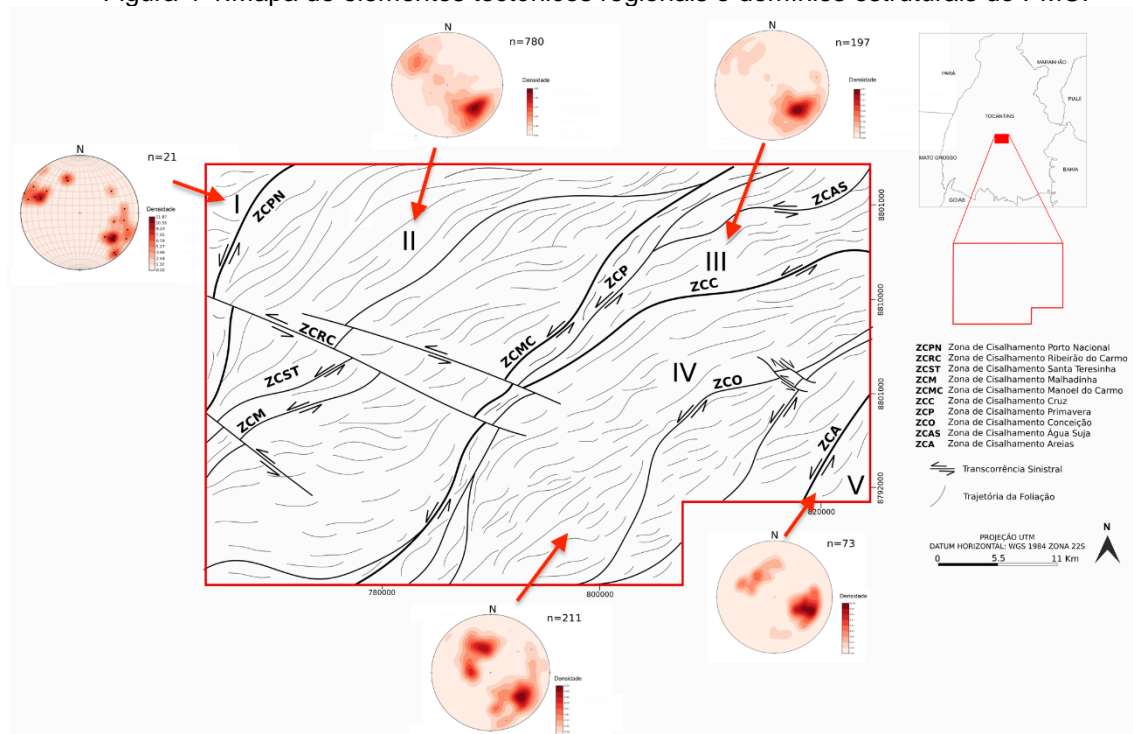


4.2 GEOLOGIA ESTRUTURAL

A região do Projeto Monte do Carmo é caracterizada por uma trama anastomosada de *trend* NNE-SSW, onde os contatos entre as unidades litoestruturais são limitados por traços associados a zonas de cisalhamento (Anexo 5 - Mapa Estrutural do Projeto Monte do Carmo). Essa trama cisalhante se apresenta muitas vezes modificada por falhas normais de *trend* NW-SE, segmentando e embutindo unidades litoestruturais em diferentes níveis.

O mapeamento dessas zonas (Anexo 5 - Mapa Estrutural do Projeto Monte do Carmo), assim como a definição dos domínios estruturais (Figura 4-1), aproveitou a integração de dados de aeromagnetometria, imagens de satélite e dados de campo. Nas imagens de aeromagnetometria, as zonas de cisalhamento são expressas na forma de estruturas de primeira ordem com forte contraste em relação às estruturas de segunda e terceira ordem. Em imagens de satélite, apresentam forte controle sobre feições superficiais como serras, rios e drenagens, e em campo, apresentam tramas miloníticas e outras estruturas indicativas de regime dúctil a rúptil-dúctil.

Figura 4-1: Mapa de elementos tectônicos regionais e domínios estruturais do PMC.





4.2.1 Quadro Estrutural Regional

Ao todo, foram individualizadas 4 zonas de cisalhamento principais, denominadas de: Zona de Cisalhamento Porto Nacional (ZCPN), Zona de Cisalhamento Manoel do Carmo (ZCMC), Zona de Cisalhamento Cruz (ZCC) e Zona de Cisalhamento Areias (ZCA). Estas zonas de cisalhamento compartimentam a área mapeada em 5 domínios estruturais (Figura 4-1).

A **ZCPN** está situada na parte oeste da área mapeada, apresenta traço sinuoso de direção NNE-SSW ao norte e N-S na porção sul. Possui aproximadamente 1,5km de espessura e extensão que extrapola a área mapeada. É caracterizada por cisalhamento de alto ângulo com cinemática sinistral.

A **ZCMC** é localizada na parte central do projeto e sua expressão em superfície é bem marcada pela serra homônima. Apresenta *trend* NE-SW nas porções norte e centro, e próximo à extremidade sul da área mapeada sofre uma inflexão súbita que muda seu *trend* para N-S. É caracterizada por cisalhamento de médio a alto ângulo com cinemática sinistral.

A **ZCC** compreende uma estrutura de aproximadamente 30 km, situada na porção nordeste da área. Apresenta *trend* NE-SW e cinemática sinistral e é caracterizada por um cisalhamento de médio a alto ângulo.

A **ZCA** é observada no extremo sudeste da área, com extensão de aproximadamente 10 km e *trend* NE-SW. Possui largura aproximada de 3 km e possui expressão em superfície na forma de uma planície com intensa lateritização e baixa densidade de afloramentos. Trata-se de uma zona de cisalhamento de cinemática sinistral.

4.2.1.1 Domínio I

Localizado no extremo oeste do Projeto Monte do Carmo este domínio é delimitado a oeste da **ZCPN**. É constituído exclusivamente pelas rochas do Granito Matança, um corpo de dimensões batolíticas com fraca anisotropia na sua porção centro-sul, a não ser por esparsas bandas de cisalhamento centimétricas, atingindo



intensa milonitização na porção norte. Tal tectônica penetrativa é restrita às bordas do corpo, apresentando alto ângulo (70° a 90°) e com direção predominante NNE-SSW.

4.2.1.2 Domínio II

Este domínio estrutural compreende uma extensa faixa de aproximadamente 30km de largura e orientação NNE-SSW, sendo delimitado a oeste pela **ZCPN** e a leste pela **ZCMC**. Este setor tem como principal característica a foliação regional (S_n) de médio a alto ângulo (55° a 90°) anastomosada com *trend* NE-SW a E-W o que acaba configurando uma geometria sigmoidal de cinemática sinistral. As zonas de cisalhamento Santa Teresinha (**ZCST**) e Malhadinha (**ZCM**) acompanham essa geometria sigmoidal. Um sistema de cisalhamento e transcorrência sinistral de direção NW-SE denominado de Zona de Cisalhamento Ribeirão do Carmo (**ZCRC**) é observado na porção central desse domínio. Estas estruturas deslocam as demais zonas de cisalhamento observadas.

As regiões próximas às zonas de cisalhamento apresentam trama milonítica (S_{n+1}) de alto ângulo (70° a 80°) e lineações de estiramento mineral de baixo ângulo (15° a 20°) oblíquas às foliações. Essa fábrica tectônica é observada tanto nas bordas quanto nas porções centrais das rochas cristalinas do Complexo Granulítico Porto Nacional, Formação Morro do Aquiles, Suíte Aliança, Suíte Gabbro-Anortosítica Carreira Comprida e Suíte Lajeado.

4.2.1.3 Domínio III

Este domínio está localizado na porção nordeste da área do projeto. Compreende uma faixa de direção NE-SW de aproximadamente 26 km de comprimento e 15 km de largura. É delimitado a oeste pela **ZCMC** e a sul pela **ZCC**. Engloba as unidades litoestratigráficas intrusivas máfica-ultramáficas e a Unidade Metavulcanossedimentar Indiferenciada. Apresenta geometria triangular e uma trama levemente anastomosada. Uma das principais características deste domínio são as dobras sinformes, fechadas, inclinadas, com caimento suave de linha de charneira para NE e superfície axial subvertical que afetam os quartzitos que constituem a Serra



Manoel do Carmo. Esta faixa de dobramentos ocorre entre as **ZCMC** e a Zona de Cisalhamento Primavera (**CZP**). As foliações regionais Sn neste domínio são de mergulho moderado a alto, variando de 50 a 84 graus em *trend* NE-SW.

4.2.1.4 Domínio IV

O domínio IV localiza-se no centro-leste da área e compreende uma faixa de 30 km de largura por 50 km de comprimento que engloba a Unidade Metassedimentar Indiferenciada e a Suíte Plutono-Vulcânica Ipueiras, orientadas predominantemente em direção NE-SW. É limitado pela **ZCMC**, a oeste, e pela **ZCA**, a leste.

Neste compartimento há predomínio de deformações rúpteis-dúcteis, com a presença de foliação regional em rochas metassedimentares e diversas zonas de cisalhamento. Na extremidade oeste do domínio a foliação regional apresenta mergulho para WNW e a leste a foliação regional possui mergulho para ESE, constituindo uma estrutura regional.

Na porção central ocorre uma rotação na direção da foliação regional, observada tanto em campo quanto nos produtos geofísicos: as direções mudam gradativamente de N-S na extremidade sul da área para NE-SW à medida que se aproxima do centro da área do projeto, provavelmente em razão da interferência das zonas de cisalhamento. É impressa uma deformação dúctil pronunciada nas serras de rochas metassedimentares, ora mostrando-se com duas foliações superpostas, ora na forma de dobras com eixos NE-SW marcadas em imagens de satélite.

4.2.1.5 Domínio V

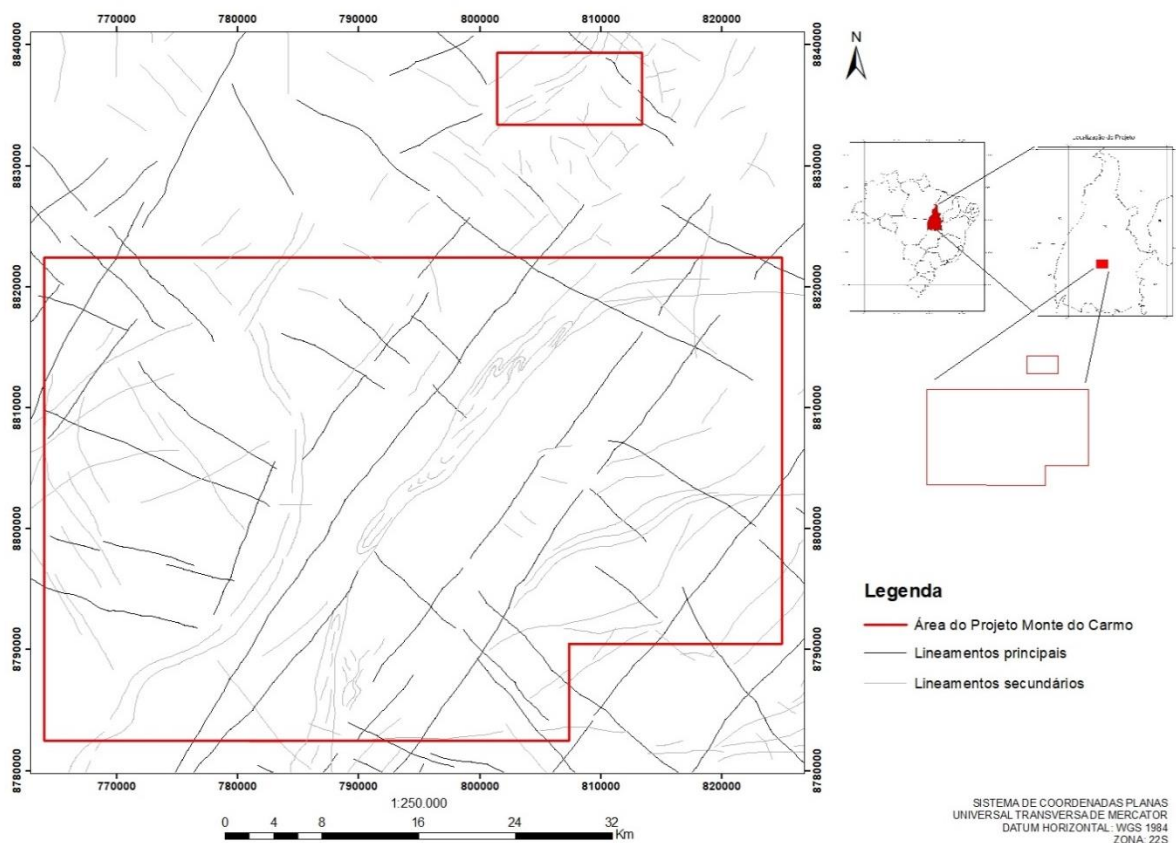
Localizado na extrema posição sudeste da área mapeada este domínio é delimitado a oeste pela **ZCA**. Compreende uma faixa de aproximadamente 10km de largura e 10 km de comprimento que engloba a Intrusão Máfico-ultramáfica Marimbando e a Sequência Vulcanossedimentar da Formação Monte do Carmo. Esse domínio é definido pela presença de falhas transcorrentes que cortam toda a área e zonas de cisalhamento de direção NE-SW associadas a rochas vulcânicas máfico-ultramáficas, onde ocorrem baixos topográficos. As falhas transcorrentes são observadas na área em zonas de concentração da deformação, por meio do



adensamento de fraturas que acompanham o *trend* regional NE-SW. Observa-se também um *trend* quase perpendicular de direção NW-SE de deformação rúptil posterior, representado por falhas, juntas e fraturas perpendiculares às estruturas principais, que rotacionam localmente as foliações regionais e milonítica.

Estruturas de regime rúptil-dúctil e rúptil são observadas ao longo de todos os domínios descritos. Estas estruturas consistem em duas famílias principais, uma de *trend* NE-SW e outra NW-SE (Figura 4-2). A interação entre essas duas famílias resulta em um recorte escalonado das unidades litotectônicas, marcada por um pronunciado gradiente de relevo e um forte controle sobre as serras que circundam a área de estudo. Tais feições são observadas principalmente entre as cidades de Porto Nacional e o povoado de Escola Brasil.

Figura 4-2: Mapa de elementos tectônicos rúpteis regionais do Projeto Monte do Carmo.





4.3 GEOLOGIA ECONÔMICA

A região de Monte do Carmo e Porto Nacional é historicamente conhecida por suas inúmeras ocorrências de mineralizações de ouro em distintos contextos geológicos, o que faz da região um distrito aurífero. São conhecidas mineralizações em rochas máficas, ultramáficas e graníticas, sempre associadas a fortes controles estruturais. As atividades de exploração de ouro na região remontam ao século XVIII, quando bandeirantes começaram a extração na região e, durante muito tempo, a produção de ouro limitou-se a atividades garimpeiras. Devido ao elevado potencial aurífero, programas de exploração mineral para ouro foram iniciados em meados dos anos 70, com campanhas minerais de diferentes mineradoras, como a Rio Novo, Kinross Gold Corporation, Mineração Taboca, Paranapanema Mining, Monte Sinai LTDA. e Cerrado Gold Inc.

Os ambientes e processos metalogenéticos observados e estudados durante o trabalho de mapeamento são variados e apresentam potenciais econômicos distintos sob a perspectiva de exploração de diferentes recursos. Mesmo sendo uma área com um grande potencial, não há uma exploração expressiva.

4.3.1 Ocorrências e Potenciais Minerais Regionais

4.3.1.1 Ouro

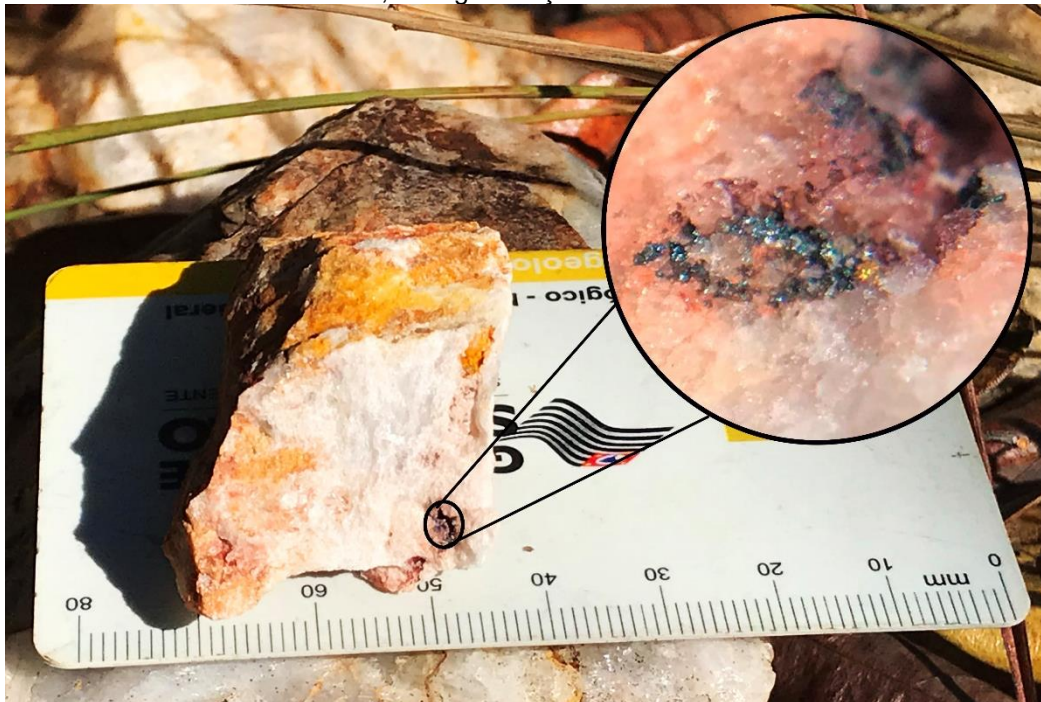
Garimpos, cavas e pequenas empresas de mineração evidenciam o potencial econômico na exploração de ouro do distrito de Monte do Carmo. Na literatura são descritas inúmeras ocorrências auríferas hospedadas em veios de quartzo em corpos graníticos, xistos, paragnaisses e milonitos. O sienogranito do Carmo possui um depósito em fase de pesquisa mineral, denominado de Depósito Serra Alta, operado pela empresa Cerrado Gold Inc, localizado na subárea IX. A mineralização se caracteriza como do tipo *intrusion related*, formada por dois sistemas de veios e vênulas que se interconectam em dois *trends* principais; NE-SW e NW-SE, desenvolvidos na cúpula do granito e associados a zonas de alteração hidrotermal com presença de ouro associado a pirita, galena, esfalerita e calcopirita (Maia, 2016).



Outro depósito existente na região estudada é o Depósito Manduca, na subárea XII. A mineralização está relacionada a fraturas e zonas de cisalhamento que conduziram fases fluidas hidrotermais ricas em sílica e metais. As rochas encaixantes dessa mineralização são sericita-xistos e xistos grafitosos, estes últimos atuando como bom vetor de prospecção do minério.

Na porção norte da subárea VII, na altura do morro Lajeado, foi estudada a ocorrência de mineralizações auríferas associadas aos veios de quartzo (Henrile Meireles, 1995) inseridos em zonas de cisalhamento com foliações NE-SW e NW-SE, onde a mineralização se concentra nas bordas das venulações (Figura 4-3). A ocorrência encontra-se no limite das subáreas II e VII encaixada no Granito Torre e rochas da Sequência Metassedimentar da Formação Morro do Aquiles.

Figura 4-3: Ouro livre encontrado em veio de quartzo na subárea II, provindo de alteração hidrotermal, com granulação inferior a 0.5 mm.





4.3.1.2 Minério de Ferro

As ocorrências de minério de ferro aparecem associadas aos arenitos ferruginosos das rochas da Bacia do Parnaíba, que possuem estratos maciços de hematita, sendo necessária a análise do teor real do minério para determinar sua potencialidade econômica.

4.3.1.3 Manganês

As ocorrências de formações manganíferas são pontuais, na forma de gonditos ou como minério amorfo, seguindo a estruturação regional com atitude N30E-N40E. A gênese das ocorrências é interpretada como enriquecimento supergênico de protominério relacionado à sedimentação química de minerais ricos em manganês, em ambiente vulcanogênico, causado por percolação de fluidos, e facilitado pela flutuação do nível freático (Ribeiro & Alves, 2017). As mineralizações relacionadas aos gonditos estão presentes nas subáreas I, III, V, VI, VIII, X, XI e XV.

4.3.1.4 Grafita

As ocorrências de grafita na região são relatadas nas subáreas V, VI, VIII e XI, em xistos grafitosos e grafita-gnaisses, pertencentes à Unidade Paraderivada do Complexo Porto Nacional. O minério tem sua gênese associada ao metamorfismo regional em fácies granulito de protólitos sedimentares ricos em matéria orgânica. Na subárea V, afloramentos expressivos foram observados nas trincheiras do garimpo de ouro, onde a grafita se concentra em camadas. Análises para identificar o grau de cristalinidade da grafita, principal fator que determina o valor deste tipo de minério, devem ser desempenhadas para avaliar o potencial econômico do recurso.

4.3.1.5 Minerais e Rochas Industriais

4.3.1.5.1 Feldspatos

O crescimento no consumo manufatureiro de feldspato está dominado pelas indústrias de revestimento cerâmico e de coloríficos. Esse aumento pela demanda de



feldspato deve-se ao desenvolvimento do processo de produção de porcelanato que usa, na massa cerâmica, cerca de 60% de feldspato (Luz & Lins, 2008). Assim, fontes de feldspato potássico alternativas têm sido exploradas. No Projeto Monte do Carmo, tem-se abundância de sienogranitos, de granulação média, com grande proporção de feldspato potássico (~40%) nos corpos das suítes Ipueiras e Lajeado. Esses granitos podem atuar como uma fonte alternativa economicamente viável para esse mineral.

4.3.1.5.2 Agregados

Materiais relacionados ao mercado da construção civil são abundantes na área e são utilizados para a produção de asfalto, estradas, calçamento e cimento. Os grandes depósitos aluvionares presentes na área do Projeto Monte do Carmo, os quartzitos da Sequência Metavulcanossedimentar Indiferenciada e a extensa cobertura laterítica são fontes propícias para a exploração de areias e agregados. A areia encontrada, de forma geral, na cobertura aluvionar varia de média a grossa, composta por quartzo e minerais micáceos. Empresas que já fazem a exploração desse recurso, na Área XVIII, usam o método de dragagem para a extração de areia lavada. O quartzito pode ser considerado um potencial viável na extração de areia para fabricação de vidros, refratários e cimento.

Os lateritos, encontrados comumente em relevos planos, estão dispostos na forma de grandes blocos que, por vezes, apresentam dimensões métricas. Através da britagem, usa-se esse insumo para agregado de asfalto e, como exemplo típico, para agregados de cimento, como visto na Catedral de Nossa Senhora das Mercês em Porto Nacional.

4.3.1.5.3 Rochas Ornamentais e/ou de Revestimento

Ainda é crescente a busca por rochas ornamentais, o que torna viável a exploração de rochas de diversos contextos geológicos. Os destaques para esse recurso correspondem aos corpos intrusivos isotrópicos, como o Granito Matança, que ocorre nas subáreas I e V; e os granitos da Suíte Ipueiras, expostos nas subáreas IV, IX, XIII, XIV, XV, XVI, XVIII e XIX. Os granitos possuem granulação média a grossa e



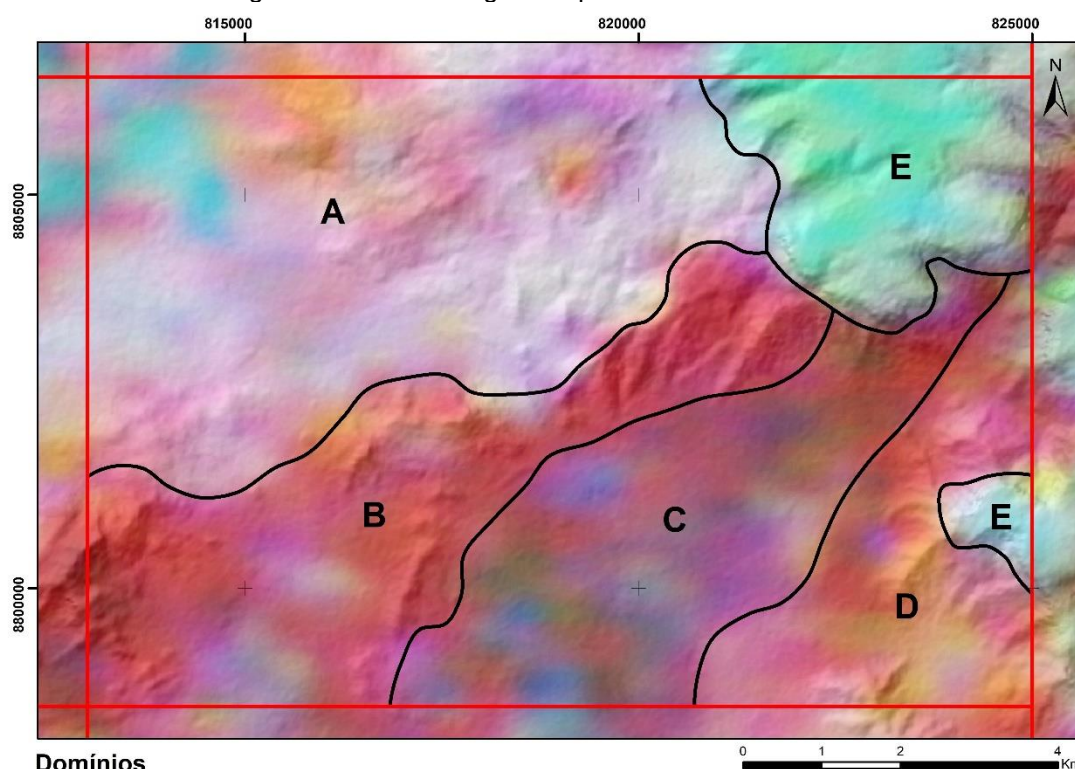
textura porfírica gerada pela presença de fenocristais de K-feldspato. As ardósias da Sequência Metavulcanosedimentar Indiferenciada também possuem potencial para serem usadas como pedra ornamental. As rochas conglomeráticas da Sequência Sedimentar da Formação Monte do Carmo, localizadas na região nordeste da área XVII, são formadas por clastos polímiticos, mal selecionados com fragmentos líticos de origens distintas, sem alteração e com baixo grau de faturamento, possibilitando um potencial emprego como rocha ornamental.



5 GEOLOGIA LOCAL

Com a união dos dados bibliográficos já disponibilizados, interpretações com produtos de sensoriamento remoto e geofísica (Figura 5-1) e os dados coletados durante o trabalho de campo (Anexo 6 – Mapa de Pontos da Área XIV), foi possível dividir a área XIV do Projeto Monte do Carmo em grandes unidades estratigráficas (Anexo 7 - Mapa Geológico da Área XIV), além de correlacioná-las com as estruturas e com o metamorfismo da região.

Figura 5-1: Domínios gamaespectométricos - Área XIV.



Domínios

- A - Resposta rosa claro esbranquiçado para sienogranitos hidrotermalizados.
- B - Resposta avermelhada para unidade metassedimentar quartzosa.
- C - Resposta azul, verde e vermelho escuros para rochas máfico-ultramáficas hidrotermalizadas.
- D - Resposta alaranjado a vermelho para unidade metavulcanossedimentar
- E - Resposta azul claro para unidade sedimentar



5.1 UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS

5.1.1 Suíte Ipueiras – Granito Do Carmo

O Granito Do Carmo ocupa a porção noroeste da área XIV, com uma extensão de aproximadamente 31,2 km², representado pela cor rosa no mapa geológico (Anexo 7 - Mapa Geológico da Área XIV) e pelo domínio A no mapa gamaespectométrico (Figura 5-1), com cores esbranquiçadas em correspondência aos níveis elevados dos três elementos analisados nesse mapa – K, U e Th. Estende-se ainda pelas áreas VIII, IX, XIII e XVI do projeto e aflora na forma de lajedos métricos a decamétricos e, por vezes, na forma de blocos. Apresenta topografia positiva, gerando serras arredondadas em altitudes pouco menores que 500 metros.

As rochas dessa unidade são caracterizadas por serem praticamente isotrópicas, de granulação média a muito grossa, leucocráticas, compostas majoritariamente por quartzo, k-feldspato e plagioclásio, e com algumas porções de ocorrência de biotita. A proporção dos minerais varia entre os diversos setores da intrusão. Há locais com até 50% de K-feldspato configurando textura porfirítica na rocha, como no sienogranito porfirítico ilustrado na Foto 5-1; locais com pouco mais de 10% de biotita, como no biotita-sienogranito de granulação grossa ilustrado na Foto 5-2; locais com presença de veios de quartzo, tanto em escala macroscópica como microscópica, indicando que o granito em certas porções fora silicificado, como no sienogranito hidrotermalizado ilustrado na Foto 5-3, e por vezes sulfetados (descritos e ilustrados no Item 6.1.1.1); e porções em que a quantidade de plagioclásio chega a 65%, onde o granito foi hidrotermalizado, como no leucogranito hidrotermalizado ilustrado na Foto 5-4, que teve a sílica lixiviada e seus interstícios preenchidos por carbonato, devido à albitização.

Em função dessas variações composicionais, contagens distintas foram obtidas com gamaespectômetro em campo, que chegou a mostrar contagem total (CT) de 300 cps (TF18-XIV-77) em local que o mapa gamaespectométrico (Figura 5-1) apresenta cor alaranjada. Contagem muito baixa se comparada com as de outras porções do granito, que chegam a apresentar valores mais elevados, de até 600 cps (TF18-XIV-22), em locais de cor branca no mapa gamaespectométrico (Figura 5-1).



Ocorrem também porções com todos os valores muito elevados (TF18-XIV-25) com 600 cps na contagem total, 6% de K, 10 ppm de U e 35 ppm de Th e que, portanto, não se configura nenhuma anomalia específica. Anomalia em Th foi observada (TF-XIV-14) com contagem de 28 ppm, valor aproximadamente quatro vezes maior que a contagem de U (6 ppm), podendo se tratar de contribuição do embasamento na intrusão.

Lâminas delgadas do Granito Do Carmo possibilitaram identificar particularidades, como cristais poiquilíticos de plagioclásio com inclusão de quartzo e sericita e textura de alteração de KF para plagioclásio (Foto 5-5) causada por hidrotermalismo e alteração sódica, assim como presença de calcita e biotita secundária formadas pelo mesmo processo (TF18-XIV-69).

Na lâmina de outro ponto (TF18-XIV-70) foram observadas particularidades como quartzo com extinção ondulante em algumas porções, e outras em que ele se mantém sem indício de deformação, sendo apenas parcialmente recristalizado (Foto 5-6).

Os pontos aqui citados e as contagens gamaespectométricas detalhadas estão apresentados nos Anexos 8 - Quadro de dados e anotações de campo da Área XIV e 9 - Tabela de dados gamaespectométricos da Área XIV - deste relatório, respectivamente. As estruturas vistas pontualmente no corpo granítico estão citadas e ilustradas no Tópico 5.2 deste relatório.

Foto 5-1: Biotita-sienogranito de granulação grossa e com presença de KF porfirítico. (TF18-XIV-70. Coord.: 8805048; 816198)



Foto 5-2: Biotita-sienogranito de granulação grossa. Rocha apresenta minerais bem preservados. (TF18-XIV-70. Coord.: 8805048; 816198)





Foto 5-3: Sienogranito hidrotermalizado com veios de quartzo de orientação NW-SE. (TF18-XIV-118. Coord.: 8805314; 821352)



Foto 5-4: Leucogranito hidrotermalizado. Rocha de granulação grossa e coloração esverdeada. Pobre em quartzo e biotita. Forte albitização. (TF18-XIV-69. Coord.: 8805088; 816404)



Foto 5-5: Fotomicrografia mostrando carbonato e sericita como produtos de alteração; Presença de quartzo menos alterado e com cor de interferência cinza. Cristais de plagioclásio com possível textura “tabuleiro de xadrez”, evidenciando a alteração sódica. Sob nicóis cruzados.

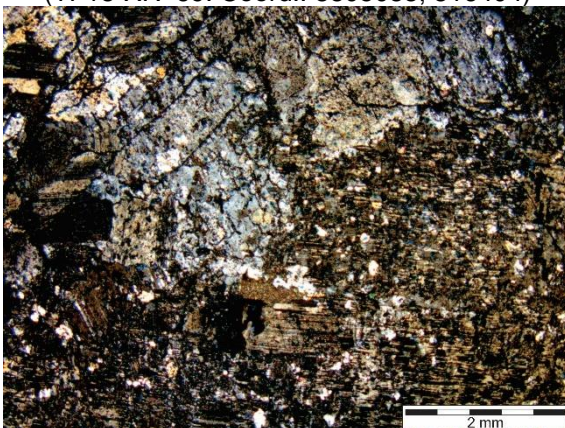
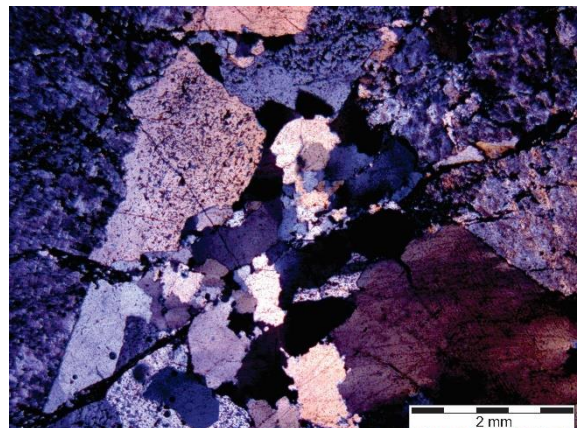


Foto 5-6: Fotomicrografia mostrando quartzo com extinção ondulante e levemente recrystalizado. Notar ainda maior alteração nos cristais de plagioclásio nas bordas da fotomicrografia. Sob nicóis cruzados. (TF18-XIV-70. Coord.: 8805048; 816198)



Fragmentos de rocha metassedimentar de granulometria muito fina e foliada, cor esverdeada e alteração intempélica rosa-avermelhada, foram observados em meio ao Granito Do Carmo em diferentes escalas, chegando a afloramentos decamétricos (Foto 5-7). A foliação observada nesses xenólitos é caracterizada como sendo anterior à incorporação deles ao granito, pois nos locais em que eles são observados, o granito encontra-se isotrópico.

A granulometria muito fina dificulta a distinção dos minerais até mesmo em lâmina delgada, mas foram estimadas porcentagens em torno de 40% de mica branca, 20% de biotita, 15% de quartzo e 25% de opacos, o que deu a rocha uma classificação



de mica branca-biotita-xisto (Foto 5-8 e Foto 5-9). Para confirmar tal observação, foi feita análise em microsonda, que confirmou quartzo cumulado e massa fina de biotita na matriz (Figura 5-2) além de indicar presença de monazita incorporando elementos terras-raras leves (Figura 5-3), rutilo, e óxidos constituídos majoritariamente por hematita e em menor grau, hollandita, um óxido de Mn e Ba. A hematita ocorre como cristais euhedrais com inclusão de biotita, e a hollandita ocorre como ripas em conjunto com a biotita.

Medidas feitas com gamaespectômetro chegaram a apresentar contagem total (CT) com mais de 700 cps, 5% de potássio, 30 ppm de urânio e 10 ppm de tório em uma zona de silicificação e potassificação (TF18-XIV-16). A anomalia de urânio indica hidrotermalismo e a baixa contagem de tório reafirma a incorporação destes xistos no granito, pois o tório é imóvel e deve se manter alto mesmo em porções hidrotermalizadas.

O ponto TF18-XIV-22, com CT de 600 cps, 4% de K, 8 ppm de U e 35 ppm de Th para o granito e CT de 660 cps, 5,5% de K, 17 ppm de U e 27 ppm de Th para o xenólito, indicando digestão parcial (contaminação) no granito, que incorporou parte da encaixante metassedimentar no magma, e reafirma o hidrotermalismo do xenólito devido aos valores de contagens maiores que os do granito.

Foto 5-7: Contato entre xenólito e granito em talude na TO-255. O enclave possui dimensão de até 3 metros neste afloramento.

(TF18-XIV-22. Coord.: 8805001; 820077)

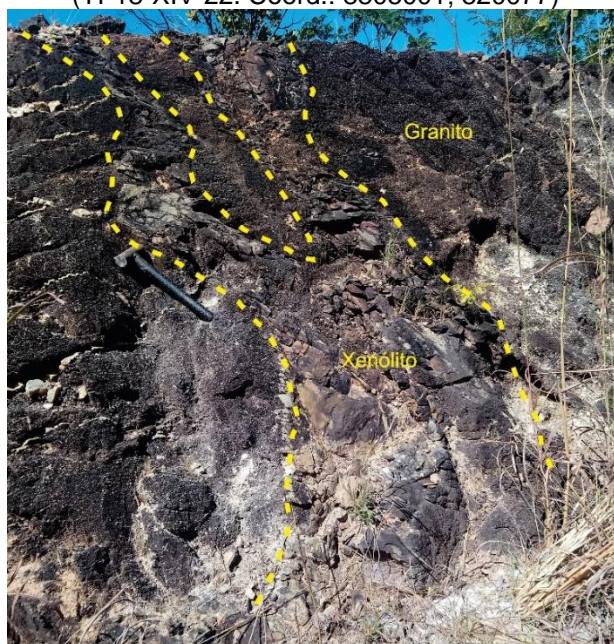




Foto 5-8: Afloramento com xenólito de mica branca-biotita-xisto. Rocha de granulação muito fina e alteração avermelhada. Extensão de mais de 100 metros deste litotipo.
 (TF18-XIV-06. Coord.: 8803839; 815460)



Foto 5-9: Mica branca-biotita-xisto. A rocha apresenta xistosidade, coloração esverdeada e granulação muito fina. Presença de cristais pretos de hematita euédral de granulação fina, identificados posteriormente por análises EDS.
 (TF18-XIV-22. Coord.: 8805001; 820077)



Figura 5-2: Espectro da biotita. Análises EDS.
 (TF18-XIV-22. Coord.: 8805001; 820077)

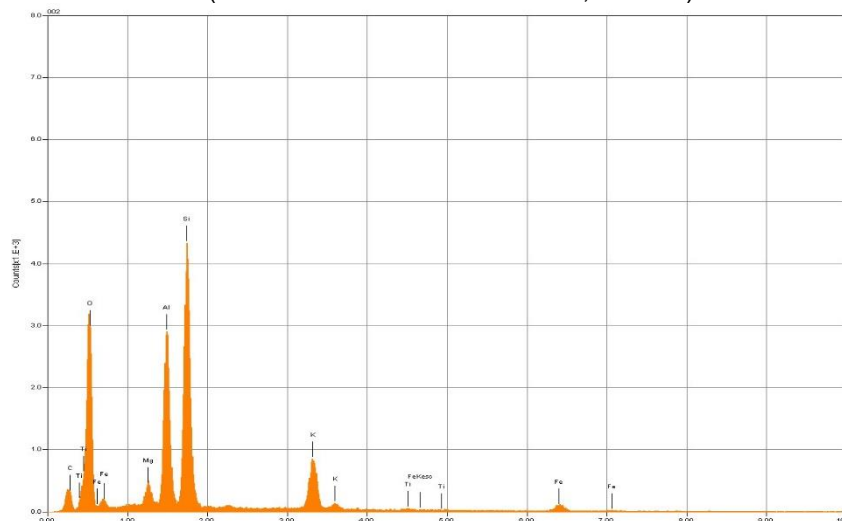
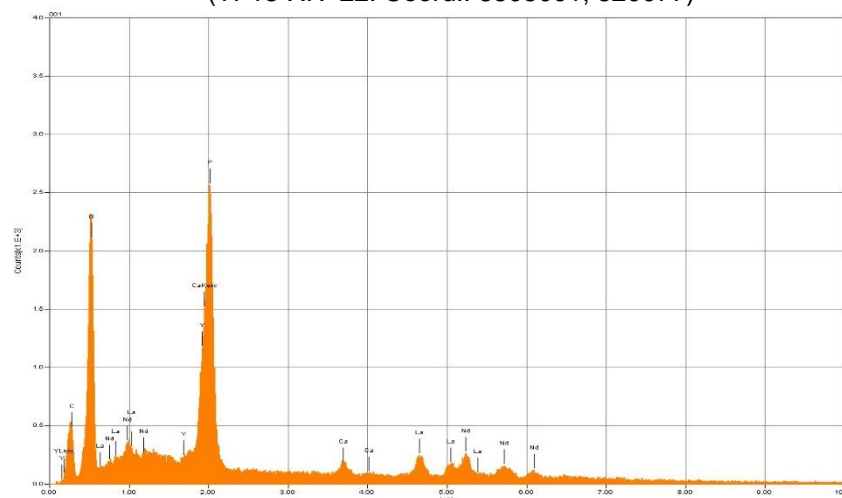


Figura 5-3: Espectro da monazita. Observar incorporação de elementos Terras Raras. Análises EDS.
 (TF18-XIV-22. Coord.: 8805001; 820077)





5.1.1.1 Litogeoquímica da Suíte Ipueiras

Foram realizadas análises químicas de elementos maiores em rocha total para 8 amostras representativas dos granitos da Suítes Ipueiras (Tabela 5-1), as quais se mostraram aparentemente preservadas dos processos hidrotermais tardi- a pós-magmáticos.

Tabela 5-1: Resultados de análises geoquímicas das amostras pertencentes à Suíte Ipueiras.

AMOS TRA (%)	TF18_IV _50a	TF18_XI II_6	TF18_XVI _122	TF18_XV I_56	TF18_XV I_90	TF18_XVI II_58	TF18_XIX _110	TF18_XIX _7.1
SiO ₂	73,18	67,88	75,99	75,8	75,63	72,97	75,72	72,93
Al ₂ O ₃	14,53	14,76	12,34	12,68	12,6	13,59	12,17	13
CaO	1,05	3,33	0,82	0,51	0,84	1,72	0,91	0,95
MgO	0,45	1,35	0,07	0,05	0,08	0,25	0,12	0,06
FeO	1,14	2,92	1,38	0,77	1,5	1,98	1,44	1,69
Na ₂ O	5,11	4,06	4,5	4,01	4,75	4,19	3,26	4,2
K ₂ O	2,46	2,73	4,2	4,95	3,99	3,8	5,15	6,42
MnO	0,02	0,09	0,04	0,03	0,04	0,09	0,06	0,05
P ₂ O ₅	0,08	0,27	0,02	0,02	0,02	0,06	0,03	0,02
TiO ₂	0,22	0,45	0,17	0,1	0,2	0,28	0,23	0,19

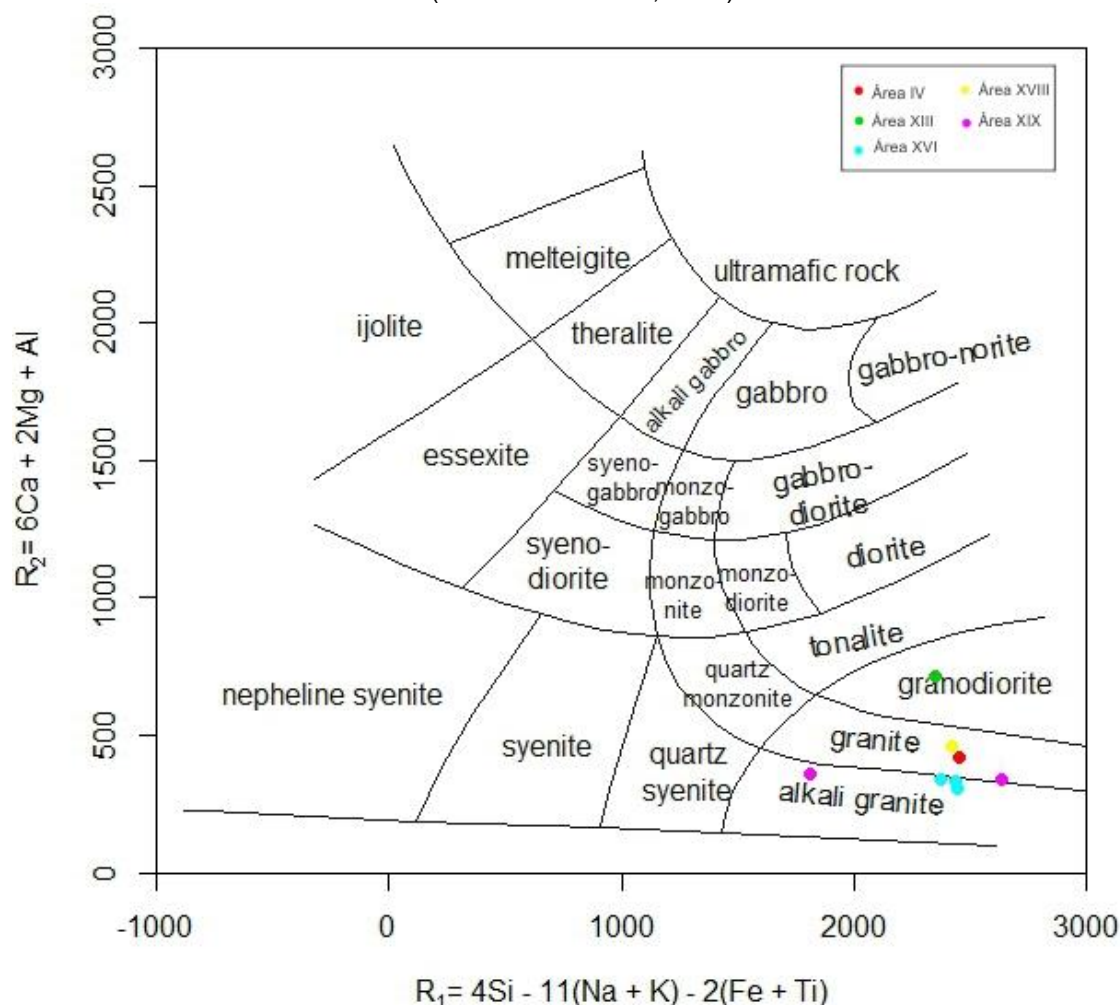
As análises revelaram concentrações de SiO₂= 67,88 a 75,99 %, Al₂O₃= 12,17 a 14,76 %, CaO= 0,51 a 3,33 %, MgO= 0,05 a 1,35 %, FeO= 0,77 a 2,92%, Na₂O= 3,26 a 5,11 %, K₂O=2,46 a 6,42 %, MnO= 0,02 a 0,09 %, P₂O₅= 0,02 a 0,27 e TiO₂= 0,1 a 0,45 %.

De acordo com o diagrama de parâmetros catiônicos (De La Roche et al. 1980), as amostras analisadas caem predominantemente sobre o campo de classificação do granito e álcali-granito, com uma amostra sobre o campo do granodiorito (Gráfico 5-1). Tal informação está de acordo com as observações petrográficas, as quais



caracterizam essas rochas predominantemente em monzogranitos a sienogranitos e granodioritos.

Gráfico 5-1: Diagrama de classificação de rochas plutônicas R1-R2 por meio de elementos maiores (De La Roche et al, 1980).



De acordo com o diagrama AFM (Gráficos 5-2A) de Irvine e Baragar (1971), as amostras estudadas fazem parte da série calci-alcalina. O Gráficos 5-2B, que reúne informações relativas ao índice de saturação em alumina, denuncia o caráter metaluminoso dessas rochas, o que está de acordo com as análises petrográficas que revelam na composição dessas rochas biotita e hornblenda como constituintes essenciais.

As razões A/CNK dessas amostras variam entre 0,81 a 0,98, com apenas uma amostra discrepante, apresentando valor de 1,12 no campo de composição



peraluminosa. Valor que pode ser explicado devido a possível alteração hidrotermal sofrida pela rocha.

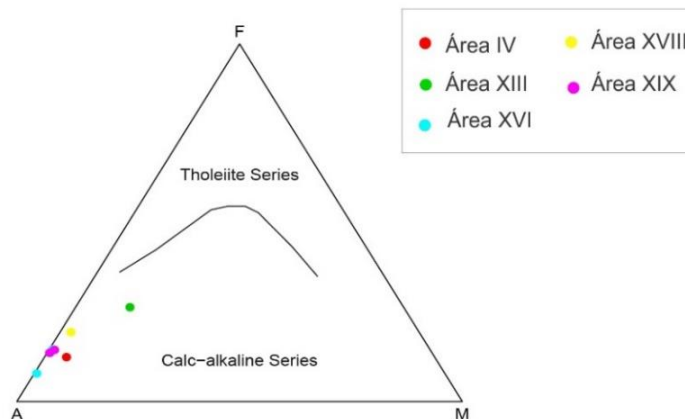
Sobre o diagrama de correlação SiO_2 versus $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} - \text{CaO}$ (Gráficos 5-2C), as amostras mostram afinidade predominantemente calci-alcalina a alcalina-cálcica (valores predominantemente de $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} - \text{CaO}$ entre 6 a 9%).

Gráficos 5-2: Características geoquímicas das rochas plutônicas da Suíte Ipueiras.

- A) Diagrama AFM ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - \text{FeO} - \text{MgO}$) de Irvine e Baragar (1971).
 B) Índice de saturação em alumina (ISA) de Shand (1943), onde $A/NK = \text{Al}_2\text{O}_3 / (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ e $A/CNK = \text{Al}_2\text{O}_3 / (\text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$.
 C) Índice MALI (modified alkali-lime index = $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - \text{CaO}$) x SiO_2 proposto por Frost et al. (2001).

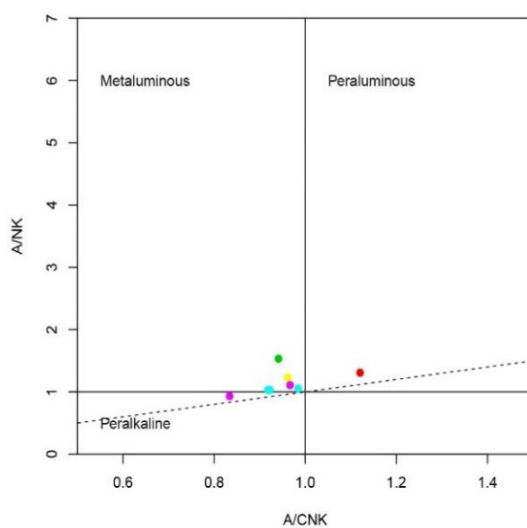
A)

AFM plot (Irvine and Baragar 1971)



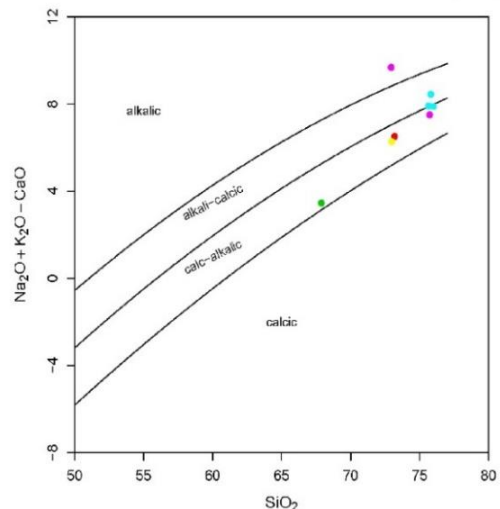
B)

A/CNK – A/NK plot (Shand 1943)



C)

Granite tectonic discrimination – Frost et al. (2001)





5.1.2 Unidade Metavulcanossedimentar Indiferenciada

A Unidade Metavulcanossedimentar Indiferenciada é representada por afloramentos de quartzito que estão presentes na forma de um alto topográfico que corta a área ao centro, em sentido SW-NE, com cerca de 6,5 km de extensão e 1 km de largura, aproximadamente. Também é observada como baixo topográfico, se comparado à expressão mencionada anteriormente, na porção sudoeste da área, com 3,7 km de extensão por 3,1 km de largura. Totalizando-se quase 18 km² desse litotipo na área XIV, a unidade é representada pela cor amarela no mapa geológico (Anexo 7 - Mapa Geológico da Área XIV) e pelo domínio B no mapa gamaespectrométrico, com cores avermelhadas, indicando anomalia de K (Figura 5-1).

As rochas que compõem essa unidade são quartzitos submaturos, com granulação afinando da base para o topo, mal selecionados, e compostos majoritariamente por quartzo, feldspatos e, por vezes, muscovita.

Com contribuição dos pontos descritos na área XVI, pode-se caracterizar os quartzitos da base como quartzitos feldspáticos, com até 15% de feldspato e o restante de quartzo, que preservam estruturas sedimentares como estratificações cruzadas tabulares, plano-paralelas e tangenciais; com cerca de 3% de muscovita, apenas como alteração do feldspato. Já os quartzitos do topo não apresentam estrutura sedimentar e são marcados por níveis micáceos que chegam até 15% de muscovita. A área VIII descreve a presença de rochas vulcanoclásticas, porém essas não foram observadas na área XIV.

Os quartzitos na área XIV ocorrem predominantemente afetados por duas grandes falhas transcorrentes que cortam a área de noroeste a sudeste. Quando não são afetados por tais transcorrências, apresentam-se maciços e pouco micáceos (Foto 5-10). Nas porções próximas aos falhamentos, observam-se rochas foliadas e com níveis ricos em mica (Foto 5-11). Os grãos de quartzo encontram-se deformados, recristalizados (Foto 5-12) e com extinção ondulante, e os filossilicatos são observados bastante deformados (Foto 5-13), definindo foliação SC e estrutura *mica fish*. Veios de quartzo e óxidos também fazem presença nesses pontos como evidência da deformação.



Foto 5-10: Quartzito da Unidade metavulcanossedimentar Indiferenciada. Rocha de coloração esbranquiçada. É friável, maciça e pobre em filossilicatos. (TF18-XIV-110. Coord.: 8800982; 814673)



Foto 5-11: Quartzo-muscovita-xisto com foliação marcada pela presença de níveis micáceos. Rocha de coloração esbranquiçada e granulação fina. (TF18-XIV-38. Coord.: 8801863; 818695)



Foto 5-12: Lâmina com quartzo recristalizado, muscovita de alta birrefringência. Textura lepidoblástica gerada pela grande quantidade de filossilicatos. Sob nicóis cruzados. (TF18-XIV-35. Coord.: 8802455; 817806)

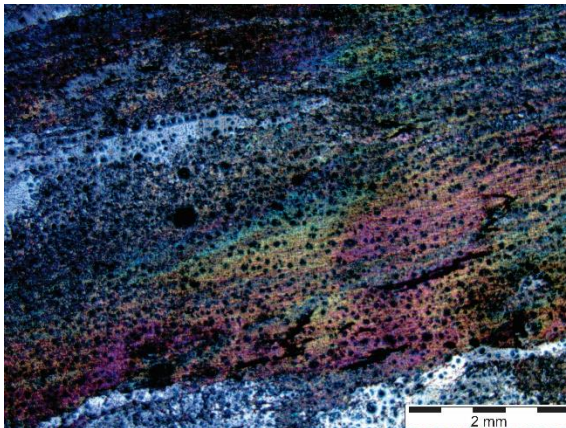
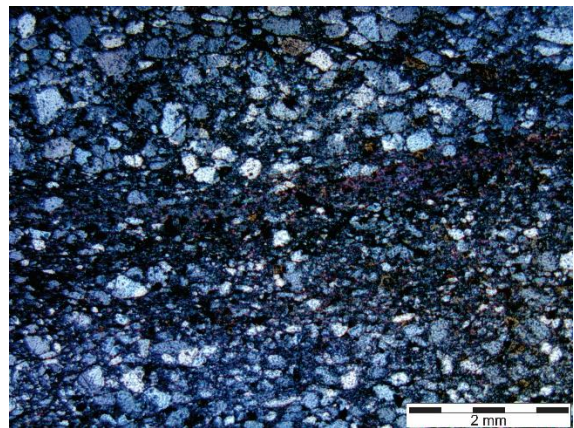


Foto 5-13: Lâmina de quartzo-muscovita-xisto em zona de falha. Notar nível micáceo e níveis quartzo-feldspáticos. Sob nicóis cruzados. (TF18-XIV-38. Coord.: 8802146; 818711)



5.1.3 Intrusão Máfico-Ultramáfica (MUM) Marimbondo

Esta unidade ocupa cerca de 25 km² da área, concentrando-se numa região de baixo topográfico que possui uma orientação NE-SW. Sua maior parte propiciou a formação de uma crosta laterítica que recobre aproximadamente 15 km² dos litotipos dessa unidade, que corresponde ao domínio C e parte do D na interpretação gamaespectométrica (Figura 5-1). A unidade foi definida a partir da correlação de suas rochas com aquelas descritas por Lima *et al.* (2008) e foi nomeada pelo Projeto Monte do Carmo como Intrusão Máfico-Ultramáfica (MUM) Marimbondo. É aqui dividida em Sequência Ultramáfica e Sequência Máfica, descritas a seguir.



5.1.3.1 Sequência Ultramáfica

A sequência ultramáfica é ilustrada em lilás no mapa geológico (Anexo 6 - Mapa Geológico Área XIV) com sobreposição da cor marrom clara, que corresponde aos lateritos que recobrem os litotipos dessa sequência. Os afloramentos dessa unidade ocorrem principalmente em morros sustentados pelos planaltos das rochas da Bacia do Parnaíba, e raramente em lajedos ou cortes de estrada, sendo compostos por rochas fortemente hidrotermalizadas e deformadas pela ação da Zona de Cisalhamento (ZC) Areias, com recristalização da assembleia mineralógica.

Os clorita-xistos protomilonitizados são rochas foliadas, de coloração esverdeada e granulação muito fina (Foto 5-14). Em análises de lâminas delgadas e EDS, foi possível verificar que são compostos por clorita (55%), quartzo (15%), Ti-hematita (20%), epidoto (10%) e fluorapatita e rutilo como acessórios (Foto 5-15). Também foi identificada a presença de relictos de hornblenda intensamente cloritizada, indicando o reequilíbrio para paragênese de mais baixo grau.

Já as rochas classificadas como titano hematita-clorita-xistos milonitizados são encontradas em campo fortemente foliadas, com granulação muito fina, cores roxas-acinzentadas e bandas silicificadas de cores esbranquiçadas (Foto 5-16).

Análises EDS permitiram a confirmação da composição mineralógica dessas rochas, primeiramente descrita em lâminas delgadas (Foto 5-17) com quartzo (15%) e plagioclásio (5%), clorita (20%), Ti-hematita (30%) e muscovita (<1%); além da identificação de paragonita (30%) e fluorapatita (<1%). Em observação ao microscópio óptico foi possível determinar textura lepidoblástica, definida por cristais de mica e clorita orientados e granoblástica definida por agregados de quartzo e feldspato. Nota-se cristais de feldspato com textura “pull apart” e em fraturas de cisalhamento, que são preenchidas por mica e opacos. A deformação também gera mica fish e é mais evidente no quartzo recristalizado no segundo regime deformacional: rotação de subgrãos. Nota-se também a geração de clivagem de crenulação a partir da sobreposição de foliação mais jovem, perpendicular à foliação regional.

Na porção NW da unidade, a alteração por fluidos hidrotermais, e consequente silicificação, encontra-se bem marcada através da presença de clorita-xistos



protomilonitizados (TF18-XIV-42 e TF18-XIV-127) e titano hematita-clorita-xistos milonitizados (TF18-XIV-39 e TF18-XIV-126).

No intervalo central da sequência ultramáfica, onde a percolação de fluidos aparenta ter sido facilitada, nota-se intensa silicificação, com segregações leucocráticas compostas principalmente por quartzo. O principal mineral índice é a clorita, indicando que houve metamorfismo de baixo grau, que pode ter se dado desde o fácies hornfels até xisto-verde, na presença de fluidos hidrotermais em zona de cisalhamento rúptil-dúctil, responsável por desmagnetizar as rochas.

Há uma diminuição gradual na recristalização e alteração na sequência ao se avançar para o topo do corpo a SE, onde é possível observar rochas que ainda preservam magnetismo, tais como tremolita-magnetita-xistos e talco-magnetita-xistos (TF18-XIV-79).

É importante salientar que a sequência pode não ser inteiramente ultramáfica. Nota-se a presença de paragêneses mais máficas, o que indica que a intrusão pode possuir níveis mais diferenciados, apesar de que, de forma geral, predominem rochas de composição ultramáfica.

Foto 5-14: Afloramento em planta de rocha foliada, de granulação muito fina e coloração verde. Classificada como clorita-xisto milonitizado.

(TF18-XIV-42. Coord.: 8801883; 819347)



Foto 5-15: Fotomicrografia sob nicóis paralelos de clorita-xisto milonitizado. Notar segregações leucocráticas formadas por cordões de quartzo. Matriz de granulação muito fina composta por Ti-hematita, clorita e epidoto.

(TF18-XIV-127. Coord.: 8802466; 820672),

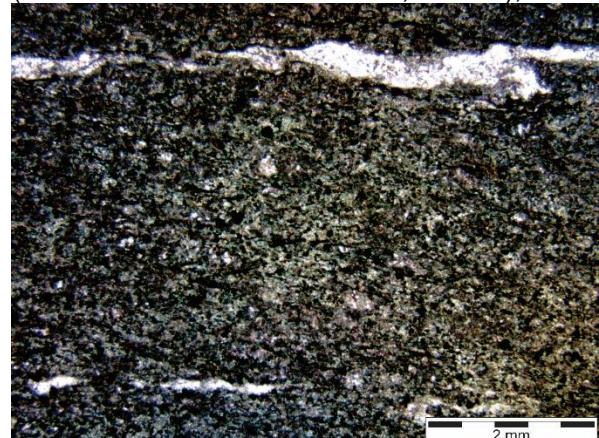




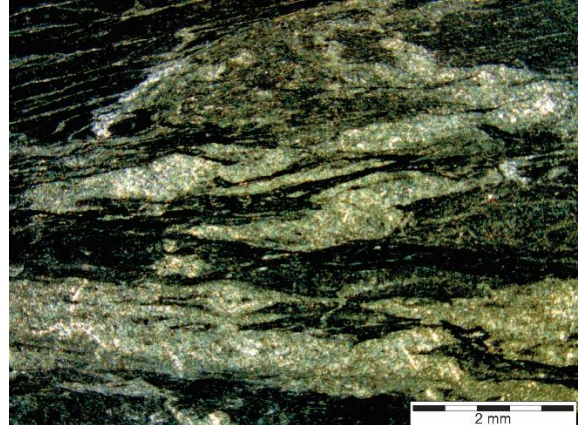
Foto 5-16: Rocha friável, foliada, de coloração roxa acinzentada e com níveis leucocráticos.

Classificada como Ti-hematita-clorita-xisto milonitizado. Bandas silicificadas compostas por quartzo e plagioclásio e matriz composta por Ti-hematita, paragonita, e clorita, principalmente. (TF18-XIV-39. Coord.: 8800883; 819088)



Foto 5-17: Fotomicrografia sob nicóis paralelos de Ti-hematita-clorita-xisto milonitizado de granulação muito fina. Notar níveis quartzo-feldspáticos cloritizados e níveis ricos em Ti-hematita (opacos).

(TF18-XIV-126. Coord.: 8802226; 820694)



5.1.3.2 Sequência Máfica

A sequência máfica da intrusão ocorre em área aproximada de 7 km², localizada a sudeste da sequência ultramáfica, e é cortada pelo rio Areias. É representada pela cor azul escura no mapa geológico da área XIV (Anexo 7 - Mapa Geológico da Área XIV). Os principais afloramentos também ocorrem próximos à sequência de rochas da Bacia do Parnaíba, que sustenta o relevo, onde são encontrados grandes blocos *in situ*. Também são encontrados raros afloramentos do tipo lajedo em estradas. Essa porção da intrusão ocorre muito menos deformada e milonitizada, exceto próximo ao contato com a sequência anterior.

O litotipo que ocorre em maior extensão na sequência é uma rocha porfirítica de matriz fina de cor verde e fenocristais pretos euhedrais de anfibólio (TF18-XIV-91), que se apresenta na maior parte das vezes foliada e milonitizada (Foto 5-18). Com a ajuda de observações feitas em lâmina delgadas e análise EDS, concluiu-se que a rocha é composta por porfiroclastos de actinolita (30%) com inclusões de titanita e biotita (Foto 5-19), e cristais de plagioclásio (25%), epidoto (20%), opacos (10%), quartzo (5%) e clorita (<1%). Baseado na composição e na milonitização observadas, a rocha foi classificada como actinolita-epidoto-xisto milonitizado. O metamorfismo



teria-se dado em estágio pré a sin-tectônico, evidenciado pelo arqueamento da foliação em torno dos porfiroclastos e formação de sombra de pressão.

Outra rocha encontrada na sequência máfica (TF18-XIV-80) possui coloração verde e granulação muito fina e textura equigranular (Foto 5-20), com sua mineralogia determinada em lâmina delgada, composta por clorita (50%), epidoto (40%) e titanita (10%) (Foto 5-21). Denominada epidoto-cloritito, a rocha provavelmente foi recrystalizada em baixo grau devido à percolação de fluidos hidrotermais, e o baixo grau de deformação pode ser explicado por sua localização mais distal em relação à zona de cisalhamento.

Por fim, foi possível observar uma rocha leucocrática (Foto 5-22) de ocorrência bastante restrita e que se encontra muito deformada e silicificada (TF18-XIV-88), composta por sericita (40%), clorita (20%), plagioclásio (20%), quartzo (10%) e epidoto (10%) (Foto 5-23). A rocha foi classificada como sericita-clorita-xisto e encontra-se deformada, milonitizada e cisalhada, podendo ter sido derivada a partir de um magma máfico mais diferenciado do que no caso das outras rochas encontradas na área XIV referentes à Intrusão MUM Marimbondo, dada a menor quantidade de anfibólio e maior quantidade de plagioclásio, que podem refletir zonation e diferenciação na câmara magmática.



Foto 5-18: Amostra do actinolita-epidoto-xisto milonitizado. Rocha porfírica, foliada, com matriz de granulação muito fina e coloração verde. Fenocristais de cor preta e euhedrais - anfibólio.
(TF18-XIV-91. Coord.: 8802803; 823914)



Foto 5-19: Fotomicrografias sob nicóis paralelos de actinolita-epidoto-xisto. Notar porfiroclasto de actinolita formando sombra de pressão e com inclusões de biotita, e por vezes, titanita e epidoto. Matriz de granulação muito fina composta por cristais de epidoto em porções amarronzadas, plagioclásio em porções esbranquiçadas e porção de granulação muito fina e preta, que não pôde ser identificada.
(TF18-XIV-91. Coord.: 8802803; 823914)

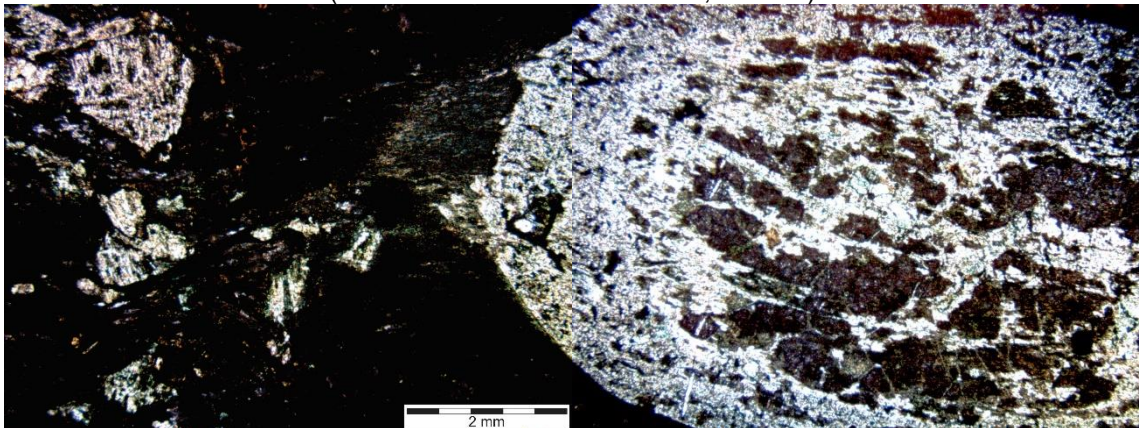


Foto 5-20: Rocha de coloração cinza escuro, isotrópica, de granulação muito fina, equigranular, holocristalina e subfanerítica. Classificada como epidoto-cloritito.
(TF18-XIV-80. Coord.: 8800612; 822856)



Foto 5-21: Fotomicrografia sob nicóis cruzados de epidoto-cloritito. Matriz equigranular, de granulação fina e composta por clorita e epidoto. São observados ainda cristais de euhedrais de titanita.
(TF18-XIV-80. Coord.: 8800612; 822856)

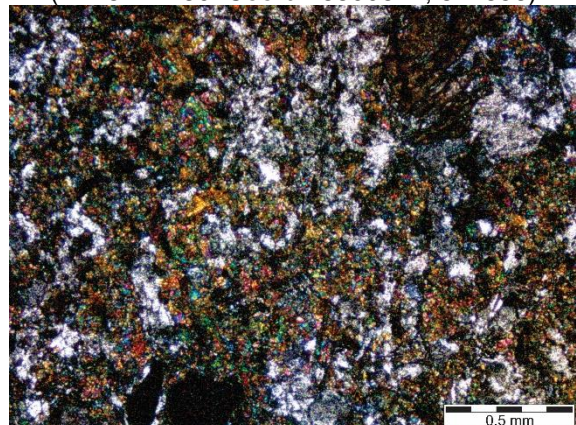




Foto 5-22: Bloco de rocha de coloração verde, foliada, e de granulação muito fina. Alteração gera rocha de cor alaranjada e com muscovita secundária.

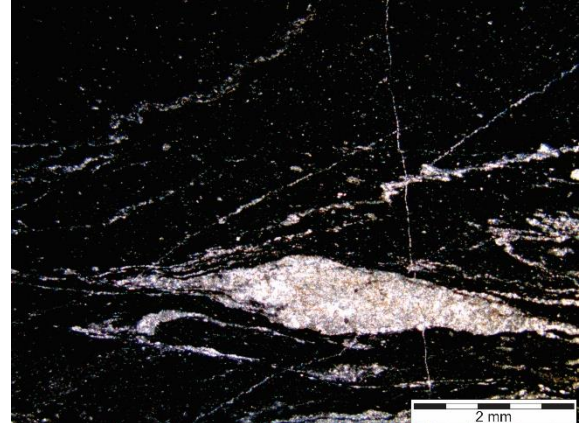
(TF18-XIV-88: Coord.: 8802557; 823173)



Foto 5-23: Fotomicrografia sob nicóis paralelos do sercita-clorita-xisto milonitizado.

Segregações de cristais de plagioclásio sericitizado e, em menor proporção, cristais de quartzo. Matriz de granulação muito fina composta por sercita, epidoto e clorita.

(TF18-XIV-88: Coord.: 8802557; 823173)



5.1.4 Formação Monte do Carmo

A Formação Monte do Carmo (FMC) tem ocorrência na porção sudeste da área (Anexo 7 - Mapa Geológico da Área XIV) e abrange as cores cinza, alaranjado e vermelho amarronzado no mapa geológico. Corresponde ao domínio D do mapa gamaespectométrico (Figura 5-1), totalizando uma área de aproximadamente 32 km² (Anexo 7 - Mapa Geológico da Área XIV). Na área XIV, a formação está conformada por uma unidade psamopelítica (Item 5.1.4.1), uma unidade vulcânica ácida (Item 5.1.4.2) e uma unidade sedimentar (Item 5.1.4.3).

A Figura 5-4 mostra o contato entre a Intrusão MUM Marimbondo, a Formação Monte do Carmo e as rochas da Bacia do Parnaíba em uma visão panorâmica, onde se observa sobre a Formação Monte do Carmo parte das formações Jaicós e Pimenteiras da Bacia do Parnaíba.



Figura 5-4: Contato entre a sequência máfico-ultramáfica (MUM) Marimbondo em primeiro plano, Formação Monte do Carmo e Grupos Serra Grande e Canindé, unidades do compartimento denominado Bacia do Parnaíba, no topo da estratigrafia.



5.1.4.1 Unidade Psamopelítica

Na porção sudeste da área XIV, há a ocorrência de pelitos pertencentes à Formação Monte do Carmo, que se estendem por uma faixa NE-SW, correspondente à cor cinza no mapa geológico (Anexo 7 - Mapa Geológico da Área XIV).

São siltitos argilosos de cores rosadas e acamamento sedimentar preservado (Foto 5-24), com mergulho para ESE (Foto 5-25), paralelo ao acamamento primário. Essas rochas podem estar anquimetamorfizadas, mas isto não foi verificado mediante estudo petrográfico. Na área XVII esta unidade aflora como arenitos siltosos.



Foto 5-24: Afloramento em planta em estrada no limite sudeste da área XIV. Rocha de coloração rosa amarronzada, de granulometria argila a silte e foliada. Siltito argiloso. (TF18-XIV-81. Coord.: 8800427; 822927)



Foto 5-25: Amostra de siltito argiloso. Rocha de coloração rosa amarronzada, de granulometria argila a silte e foliada. (TF18-XIV-81. Coord.: 8800427; 822927)



5.1.4.2 Unidade Vulcânica Ácida

As rochas vulcânicas ácidas da Formação Monte do Carmo foram mapeadas em apenas 6 km² da área XIV e estão representadas pela cor rosa no mapa geológico (Anexo 7 - Mapa Geológico da Área XIV). Essas rochas foram descritas e nomeadas como Sequência Pedra Furada por Saboia (2009) e Braga *et al.* (2008).

Afloram em pequenos morros em forma de blocos intemperizados e friáveis. A definição desse litotipo foi feita com base em maiores quantidades de dados coletados pela equipe da área XVII do Projeto Monte do Carmo, na qual encontram-se boas exposições desta unidade.

Tratam-se de riolitos de coloração cinza, com texturas porfiríticas, com fenocristais de quartzo e feldspato imersos numa matriz afanítica (Foto 5-26 e Foto 5-27).

Em lâmina delgada (TF2018_XVII_180) foram identificados fenocristais de quartzo com extinção ondulante, muscovita, plagioclásio saussuritizado e epidoto em meio a uma matriz vítrea a microcristalina recristalizada, com fraturas preenchidas por quartzo e mica.



Foto 5-26: Amostra de riolito retirada na área XVII. Coloração cinza escuro. Rocha de granulação muito fina. Matriz afanítica. (TF2018_XVII_180)



Foto 5-27: Lâmina delgada do riolito da área XVII. Notar cristais de quartzo e feldspato porfíricos imersos em matriz afanítica. (TF2018_XVII_180)



5.1.4.3 Unidade Sedimentar

As duas pequenas porções mais a sudeste da área XIV em alaranjado e vermelho-amarronzado no mapa geológico (Anexo 7 - Mapa Geológico da Área XIV) representam, respectivamente, a Litofácies Psamítica (Item 5.1.4.3.1) e a Litofácies Psefítica (Item 5.1.4.3.2) da Formação Monte do Carmo.

5.1.4.3.1 Litofácies Psamítica

A Litofácies Psamítica é composta por grauvas líticas coesas, com tons acinzentados e caracterizadas por granulação fina a grossa, moderadamente selecionadas, com porções arroxeadas superficiais (Foto 5-28) e estratificações cruzadas tabulares em alguma porções (Foto 5-29).

Em lâmina delgada (Foto 5-30) foi possível reconhecer três componentes: (1) fragmentos líticos, que compõem 15% da rocha com clastos de rochas vulcânicas ácidas e sedimentares; (2) matriz, que corresponde a 30% da lâmina, composta por 85% de sericita e 15% de clorita; e (3) arcabouço, que compõe a maior parte da lâmina – 55%, com 60% de grãos de quartzo; 30% de plagioclásio e 10% de minerais opacos.



Foto 5-28: Amostra de grauvaca lítica com porções arroxeadas superficiais. Rocha de coloração cinza esverdeada, granulometria areia fina a grossa, com grãos de quartzo e plagioclásio.

(TF18-XIV-86B. Coord.: 8798564; 824272)



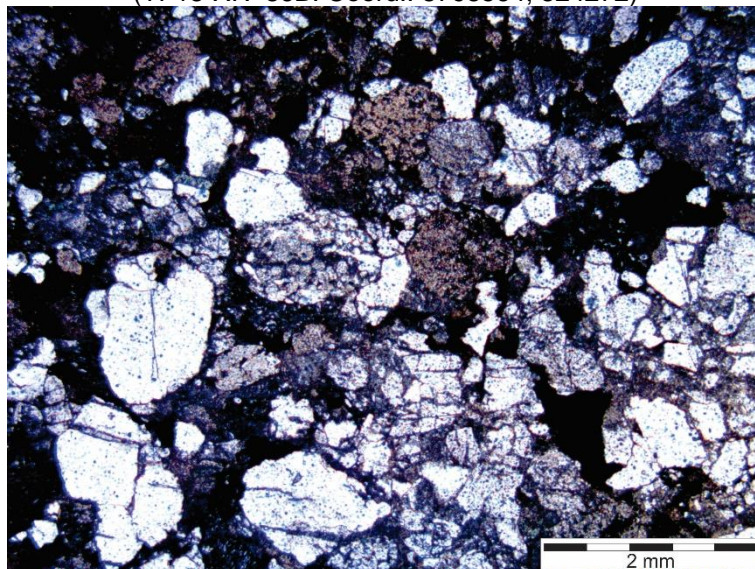
Foto 5-29: Estratificação cruzada tabular observada em grauvaca lítica.

(TF18-XIV-86B. Coord.: 8798564; 824272)



Foto 5-30: Fotomicrografia sob nicóis paralelos de grauvaca lítica. Litotipo sedimentar com clastos de rochas vulcânicas ácidas e arenitos. A matriz é composta por sericita e clorita de granulometria fina. O arcabouço é composto por grãos de quartzo e plagioclásio subangulosos e fraturados.

(TF18-XIV-86B. Coord.: 8798564; 824272)



5.1.4.3.2 Litofácies Psefítica

A Unidade Psefítica caracteriza-se por conglomerados polimíticos, mal selecionados (Foto 5-31), coesos, maciços, com matriz argilo-arenosa cinza esverdeada e seixos subarredondados milimétricos a centimétricos (Foto 5-32).

Observações em lâmina delgada permitiram reconhecer três componentes (Foto 5-33): (1) fragmentos líticos, que ocupam cerca de 60% da lâmina e são provenientes de rochas vulcânicas ácidas e sedimentares (siltitos e quartzo-arenitos);



(2) matriz argilo-arenosa que ocupa 25% da lâmina e é composta basicamente por mica branca; e (3) arcabouço, ocupando o restante (15%) da lâmina e composto por 70% de quartzo, 20% de minerais opacos e 10% de plagioclásio.

Foto 5-31: Amostra de conglomerado polimítico mal selecionado. Notar presença de fragmentos líticos de rochas sedimentares de vulcânicas ácidas em meio a matriz rica em quartzo e feldspato.
(TF18-XIV-86A. Coord.: 8798564; 824272)

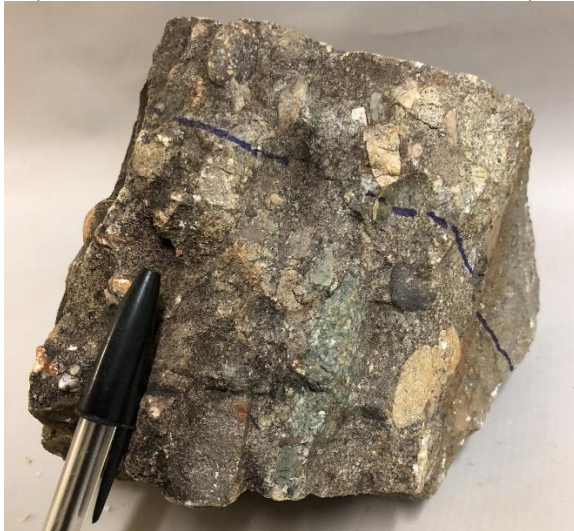
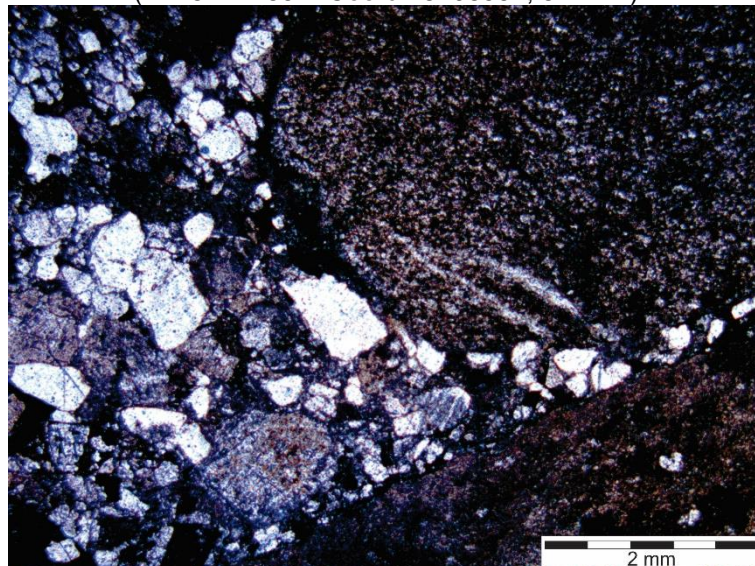


Foto 5-32: Amostra de conglomerado polimítico. Notar alteração na borda de fragmento lítico à esquerda na foto.
(TF18-XIV-86A. Coord.: 8798564; 824272)



Foto 5-33: Fotomicrografia sob nicóis paralelos de conglomerado polimítico. Notar a presença de fragmentos líticos de tamanhos superiores a 5 mm e arcabouço rico em grãos de quartzo subangulosos. Matriz muito fina sericitizada.
(TF18-XIV-86A. Coord.: 8798564; 824272)





5.1.5 Grupos Serra Grande e Canindé

Na região do Projeto Monte do Carmo, os Grupos Serra Grande e Canindé são as unidades basais da Bacia do Parnaíba e são vistas por toda sua borda SW. Na área XIV e arredores, são observadas as Formações Jaicós, Itaim e Pimenteiras, que formam planaltos acima da Formação Monte do Carmo por discordância angular, gerando grandes escarpas e paredões (Figura 5-4).

5.1.5.1 Formação Jaicós

Essa formação compõe a porção basal da Bacia do Parnaíba na região do Projeto Monte do Carmo e ocorre nas porções nordeste e leste da área (Anexo 7 - Mapa Geológico da Área XIV), em afloramentos do tipo perfil, em escalas que variam de métricas a decamétricas. Afloram nessa região camadas de arenitos ferruginosos médios a grossos, subangulosos, mal selecionados (Foto 5-34), friáveis com estratificação cruzada acanalada (Foto 5-35) sotopostos por camadas de conglomerados matriz-suportados com seixos subangulosos, interpretados como um intervalo de regressão máxima, quando há retrabalhamento dos sedimentos, podendo-se observar no topo da sequência uma superfície de ravinamento, que se dá na forma de camada centimétrica contínua de conglomerado (Foto 5-36).

Por meio da associação de fácies observadas em outras áreas do PMC, foram identificadas duas associações principais:

- Associação 1 (S1): paraconglomerados e quartzo-arenitos fino a médio com estratificações cruzadas acanaladas de pequeno a médio porte (Amc); quartzo-arenitos bem selecionados, maciço, ora com *thinning* e *thinning upward* (Am); siltito bege com laminação plano-paralela e marcas de onda (Sb).
- Associação 2 (S2): arenito avermelhado, médio a muito grosso, mal selecionado, com estratos cruzados acanalados a tabulares de médio a grande porte com grânulos no *foreset* (Amgc); siltito roxo com *hummocky* e bioturbação (Sr).



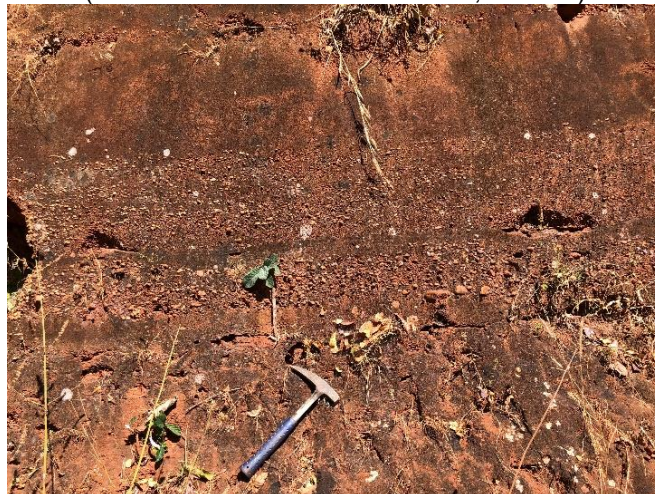
Foto 5-34: Arenitos de coloração alaranjada devido à presença de Fe e de granulometria média a grossa.
(TF18-XIV-104. Coord.: 8800594; 172542)



Foto 5-35: Estratificação cruzada acanalada em arenito ferruginoso.
(TF18-XIV-104. Coord.: 8800594; 172542)



Foto 5-36: Nível conglomerático contínuo e de espessura constante que representa superfície de máxima regressão ou de ravinamento. Marca o fim da Fm. Jaicós.
(TF18-XIV-104. Coord.: 8800594; 172542)



5.1.5.2 Formação Pimenteiras

Esta formação também ocorre na região em afloramentos do tipo perfil de escala decamétrica, representando as porções de maiores cotas na área XIV. Afloram nestes locais arenitos de granulometria fina a média, de coloração branca e níveis de coloração arroxeada e bastante friáveis (Foto 5-37).

Na sequência, são encontrados arenitos ferruginosos de granulometria fina com intercalações de siltito, com espessuras que variam entre 1 e 4 cm, dentro dos espessos pacotes arenosos (Foto 5-38 e Foto 5-39) denominados *Ironstones*. Nas



porções mais finas observa-se uma concentração mais elevada de óxidos de ferro, indicada por uma coloração roxa escura, variando entre laranja (goethita) e vermelho (hematita).

No topo da sequência são encontrados pacotes métricos de arenito de granulometria fina a silte de coloração castanha já bastante alterados, intercalados com níveis milimétricos a centimétricos de argilitos ferruginosos bastante coesos e litificados (Foto 5-40).

Foto 5-37: Arenitos de coloração branca e por vezes alaranjada devido à presença de Fe e de granulometria média a grossa.
(TF18-XIV-103. Coord.: 8800635; 172726)

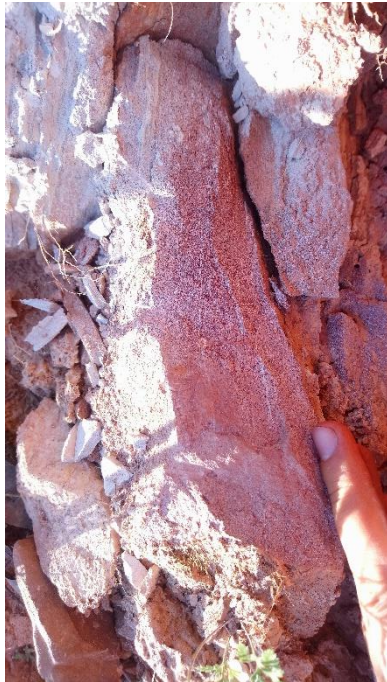


Foto 5-38: Pacotes de arenitos intercalados com finas camadas de siltito com alta concentração de Fe.
(TF18-XIV-102. Coord.: 8800509; 172794)

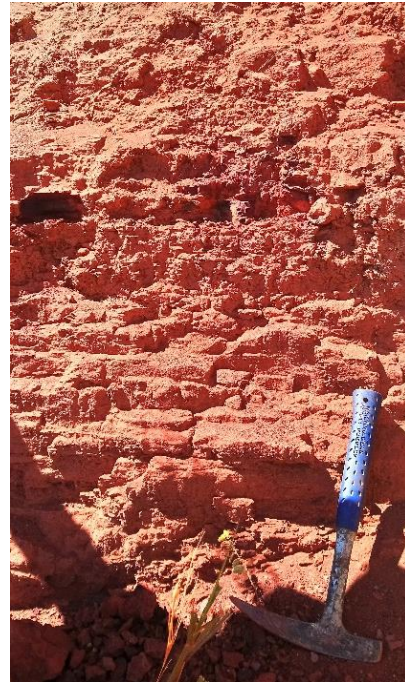


Foto 5-39: Detalhe do siltito ferruginoso e coeso intercalado a espessos pacotes de arenito ferruginoso.
(TF18-XIV-102. Coord.: 8800509; 172794)



Foto 5-40: Arenito de granulometria fina com intercalações de argilitos ferruginosos bastantes coesos.
(TF18-XIV-101. Coord.: 8800257; 172739)





5.1.6 Corpos Subvulcânicos: Diques e Soleiras

Foram identificados na área cinco corpos de rochas subvulcânicas, todos de direção aproximada E-W (Foto 5-41). Possuem espessuras que variam desde menos de 1 metro até mais de 3 metros e ocorrem em sua maioria em lajedos e, por vezes, em blocos *in situ*. Intrudem tanto o Granito do Carmo, quanto a Unidade Metavulcanossedimentar Indiferenciada e a Formação Monte do Carmo.

São todas rochas holocritalinhas, subfaneríticas a afaníticas e equigranulares, com granulação variando de muito fina (TF18-XIV-70) a média (TF18-XIV-52), compostas por quantidades variadas de clinopiroxênio (~35%), anfibólio (~30%), plagioclásio (~20%), quartzo (~10%) e alguns minerais opacos, por vezes pirita (~5%). Foram classificadas como diabásios (TF18-XIV-11, TF18-XIV-70) e microgabros (TF18-XIV-52, TF18-XIV-62 e TF18-XIV-82).

Foto 5-41: Lajedo decamétrico de dique de microgabro. Rocha cinza esverdeada, muito fraturada, de granulação fina e fanerítica. Composta majoritariamente por massa cinza esverdeada de piroxênio e grande quantidade plagioclásio. Em menor quantidade, presença de anfibólio e quartzo.

(TF18-XIV-62. Coord.: 8802950; 818970)



Foto 5-42: Amostra de dique de diabásio. Rocha de granulação muito fina e de coloração cinza escura. Equigranular e subfanerítica a afanítica. Presença de cristais de piroxênio e plagioclásio. (TF18-XIV-76. Coord.: 8799521; 811244)



5.1.7 Cobertura Laterítica

Parte da porção centro-sul da área XIV encontra-se encoberta por lateritos (Foto 5-43) e corresponde à fração da área que apresenta maior escassez de afloramentos. São locais de relevo arrasado e vegetação majoritariamente rasteira. Os solos da região são avermelhados (Foto 5-44) e, por vezes, apresentam resposta magnética.



Os lateritos propriamente ditos têm coloração vermelhada-arroxeadada, textura vermiforme (Foto 5-45), e são compostos por goethita, hematita, caolinita e quartzo, segundo difração de raio-x realizada pela equipe da área XVII do Projeto (TF18-XVII-29).

Foto 5-43: Blocos de laterito com textura nodular e coloração avermelhada muito escura em local de relevo arrasado.

(TF18-XIV-113. Coord.: 8800998; 815496)



Foto 5-44: Solo avermelhado em porção recoberta por crosta laterítica.

(TF18-XIV-78. Coord.: 8801956; 811609)



Foto 5-45: Amostra de laterito ferruginoso com textura nodular ou vermiforme.

(TF18-XIV-113. Coord.: 8800998; 815496)





O Anexo 10 inclui uma coluna estratigráfica, ilustrando a litoestratigrafia da Área XIV. O Anexo 11 apresenta as fichas petrográficas das lâminas descritas no presente estudo.

5.2 GEOLOGIA ESTRUTURAL

Neste capítulo são descritas as estruturas observadas e medidas em campo. A partir da integração desses dados com dados de sensoriamento remoto e geofísica, foi possível interpretar domínios estruturas com base, principalmente, na geometria das estruturas. Além disso, individualizou-se regimes deformacionais com base na trama das feições estruturais estudadas. O Anexo 12 – Tabelas de Estruturas da Área XIV inclui a tabela com todas as medidas de estruturas coletadas em campo.

5.2.1 Domínios Estruturais

O mapa em anexo (Anexo 12 - Mapa Estrutural da Área XIV) apresenta as feições estruturais da área XIV, além da divisão em dois domínios estruturais diferentes. É também cartografada neste mapa a trajetória regional das foliações. A relação entre domínios e regimes não é direta, podendo tanto um regime estar presente em mais de um domínio, quanto um domínio contar com características de mais de um regime deformacional.

Define-se o Domínio I (Anexo 13 - Mapa Estrutural da Área XIV) por ser praticamente isotrópico, influenciado pelos regimes rúptil e rúptil-dúctil. Abrange todo o corpo granítico aflorante na área em questão, cujo contato com o litotipo adjacente também é o limite estabelecido para este domínio. As feições estruturais que ocorrem neste domínio possuem, em sua maioria, expressão em escala mesoscópica, não sendo possível representá-las na escala do mapeamento em questão. Além disso são estruturas discretas, com larguras centimétricas. A fim de se caracterizar estruturas da trama dúctil a rúptil-dúctil, utilizou-se um diagrama de rosetas (Anexo 13 - Mapa Estrutural da Área XIV) para se representar a direção preferencial dos lineamentos que aparecem no produto TILT, da magnetometria. Observa-se que os lineamentos possuem direção NE-SW.

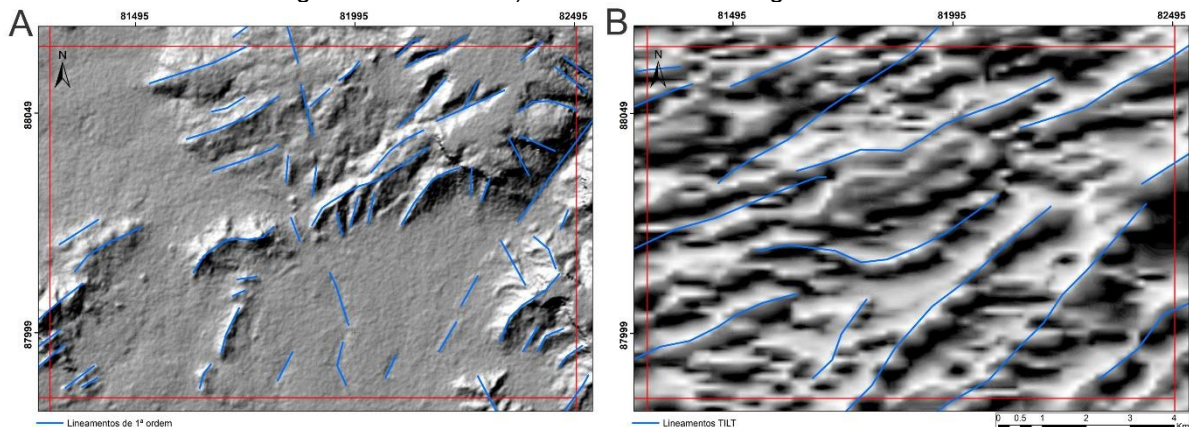


O Domínio II (Anexo 13 - Mapa Estrutural da Área XIV) é definido pelas estruturas presentes em uma serra de quartzito de orientação preferencial NE-SW, e na região de planície a leste da serra. Observa-se foliação regional pervasiva que mergulha de SE a S com ângulo baixo a moderado (entre 19 e 45 graus), conforme representado no estereograma de foliações (Anexo 13 - Mapa Estrutural da Área XIV). Falhas e juntas extensionais cortam esse domínio com orientações NS e NW-SE. Este Domínio se caracteriza principalmente pelo regime rúptil-dúctil, por meio da ação de uma marcante zona de cisalhamento (ZC) que milonitiza as unidades e permite a entrada de fluidos hidrotermais. Esta ZC, denominada Areias, é responsável por gerar foliação milonítica de atitude similar à da foliação regional.

5.2.2 Regimes Deformacionais

Com base na análise combinada dos produtos geofísicos com o modelo digital de elevação (MDE) e TILT (Figura 5-5), imagem de satélite e dados de campo, foi possível dividir a área XIV em três regimes deformacionais. O primeiro é chamado de regime rúptil-dúctil, o qual é caracterizado principalmente por uma zona de cisalhamento de direção NE-SW de baixo grau metamórfico. O segundo é o regime rúptil, com feições de deformações mais rasas, como zonas de falhas e juntas. A incipiência de deformação pós-deposicional caracteriza o terceiro e último domínio. Esses regimes são detalhados a seguir e estão também relacionados com os domínios estruturais citados no tópico anterior.

Figura 5-5: Lineamentos dos regimes rúptil e rúptil-dúctil observados na área XIV. A) Em Modelo Digital de Terreno. B) Produto TILT de magnetometria.

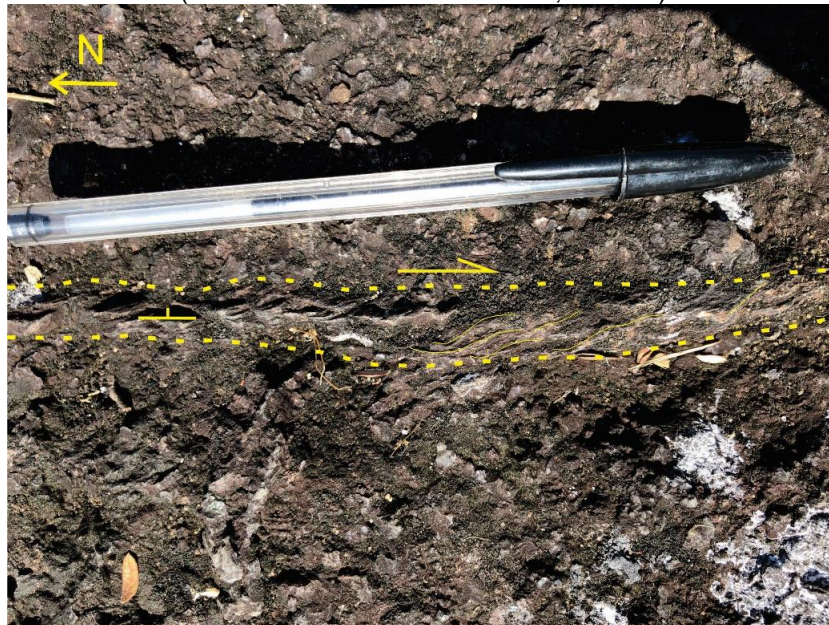




5.2.2.1 Regime Rúptil-Dúctil

Este regime observado na área XIV é marcado principalmente pela zona de cisalhamento Areias, de direção preferencial NE-SW, com largura média de 3 km. Além da zona de cisalhamento Conceição, também de direção NE-SW (Anexo 13 – Mapa Estrutural da Área XIV). Esse regime afeta diferentes litotipos, gerando foliações miloníticas e regionais. As últimas possuem penetratividade moderada e orientação preferencial de cristais de mica branca, podendo ser classificadas como xistosidade. A foliação se torna bastante penetrativa próxima a corredores de cisalhamento, como entre os Domínios I e II, onde o último é principalmente afetado, e também na ZC Areias. Nesses locais a foliação caracteriza-se como milonítica. Há também a ocorrência de uma ZC discreta e local no Domínio I, como mostra a Figura 5-6. Essa ocorre no Granito do Carmo, e possui cinemática dextral.

Figura 5-6: Zona de cisalhamento discreta, de espessura centimétrica, do domínio estrutural I. Possui orientação N-S e foliação com mergulho para leste. A foliação indica cinemática dextral. (TF18-XIV-74. Coord.: 8803278; 813555)



A foliação regional Sn possui atitude preferencial 120/40 (Foto 5-46 e Foto 5-47), conforme estereograma do Anexo 13 - Mapa Estrutural da Área XIV. É marcada pela xistosidade, que pode ser observada principalmente nas rochas metassedimentares do Domínio II, ricas em filossilicatos orientados, como nos quartzo-muscovita-xistos da Unidade Metavulcanossedimentar Indiferenciada. A



foliação milonítica Sn+1, que é bastante recorrente na porção centro-oeste do Domínio II, assemelha-se à atitude da foliação regional, possuindo atitude que varia entre 120/40 até 190/40, em regiões afetadas por transcorrências rúpteis posteriores, de orientação NW-SE. Essa foliação milonítica possui caráter penetrativo e é marcada por bandas milimétricas de segregações leucocráticas em meio a bandas ricas em opacos (Foto 5-48 a Foto 5-51). Sua ocorrência mais significativa se dá na Intrusão Máfico-Ultramáfica Marimbondo, porém, devido à escassez de afloramentos nessa região, as medidas de atitudes de foliação não são abundantes. Observa-se que a porção interior da ZC Areias, aproximadamente 1 km a SE da Unidade Vulcanossedimentar Indiferenciada, possivelmente há maior acomodação da deformação devido a um enfraquecimento reológico ocasionado pela deformação na presença de fluidos, denominado reaction softening (Figura 5-7).

Figura 5-7: Figura esquemática da região da zona de cisalhamento Areias, onde observa-se que a porção interior dessa, para onde convergem as setas amarelas, possivelmente acomodam mais a deformação devido a um enfraquecimento reológico ocasionado pela deformação na presença de fluidos. Em 1, clorita-xisto milonitizado na borda NW da ZC Areias. Em 2, Ti-hematita-clorita-xisto milonitizado com intensa segregação metamórfica. Em 3, epidoto-cloritito não deformado. a) Fotomicrografia. b) Fotografia macroscópica.

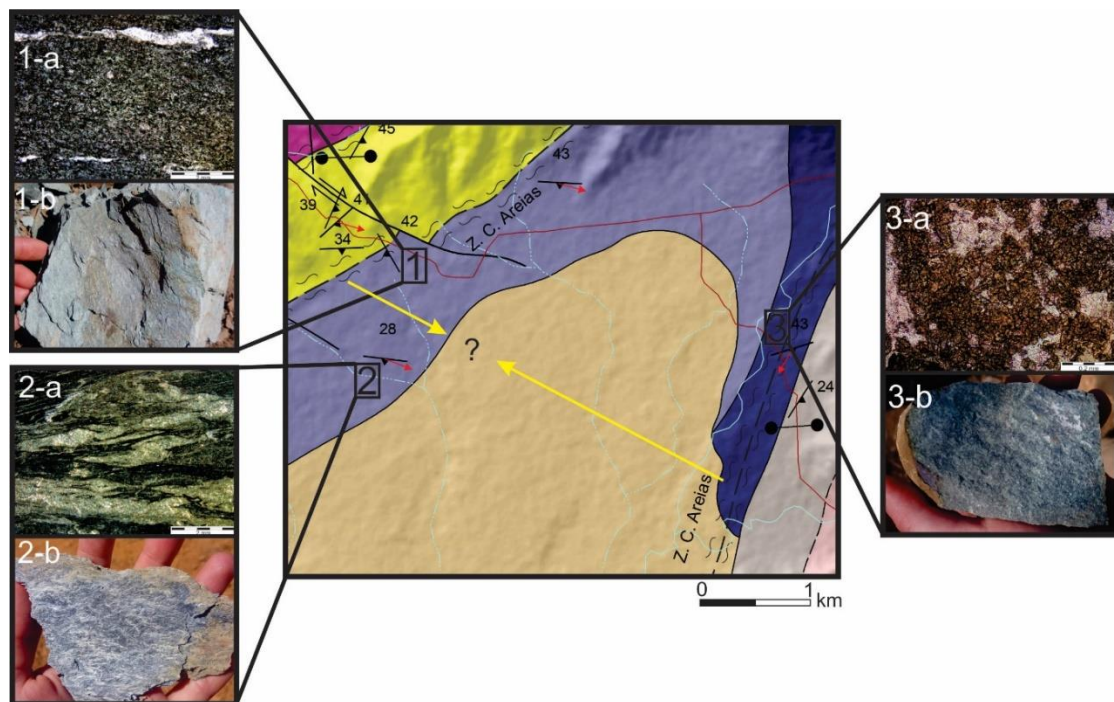




Foto 5-46: Xistosidade em quartzo-muscovita-xisto localizado no Domínio I. Afloramento em planta onde é possível observar os planos de foliação que mergulham para NE.

(TF18-XIV-38. Coord.: 8801863; 818695)



Foto 5-47: Detalhe da xistosidade observada no quartzo-muscovita-xisto. A foliação se torna mais penetrativa nos níveis mais micáceos.

(TF18-XIV- 38. Coord.: 8801863; 818695)



Foto 5-48: Foliação milonítica em bloco do sericita-clorita-xisto na sequência máfica da Intrusão Marimbondo, no Domínio II.

(TF18-XIV-88. Coord.: 8802557; 823173)



Foto 5-49: Foliação milonítica em Ti-hematita-clorita-xisto na sequência ultramáfica da Intrusão Marimbondo, no domínio II. Neste local a foliação milonítica, de direção NE-SW, é truncada e, por vezes rotacionada por possível deformação posterior de caráter rúptil e de direção NW-SE.

(TF18-XIV-39. Coord.: 8800883; 819088)



Foto 5-50: Porfiroclastos de anfíbólio (actinolita) rotacionados e arqueando a foliação da matriz filossilicática, que, por sua vez, define textura lepidoblástica. Fotomicrografia de nicóis cruzados de actinolita-epidoto-xisto da sequência máfica da Intrusão Marimbondo.

(TF18-XIV-91. Coord.: 8802803; 823914)

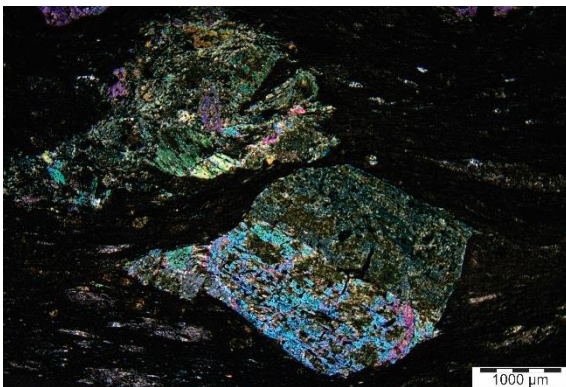
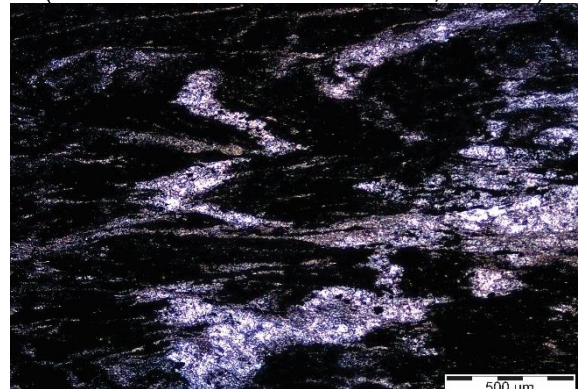


Foto 5-51: Transposição de foliação milonítica por possível evento rúptil posterior. Notar foliação principal, de direção horizontal, truncada por outra de direção vertical.

Fotomicrografia de nicóis paralelos de Ti-hematita-clorita-xisto da sequência ultramáfica da Intrusão Marimbondo.

(TF18-XIV-126. Coord.: 8802226; 820694)



Outra feição marcante e característica do regime rúptil-dúctil observada na área XIV é constituída pelos fraturamentos cataclásticos e anastomosados que podem estar preenchidos por vidro tectônico e biotita recristalizada, caracterizando um pseudotaquilito. Essas estruturas ocorrem no Granito do Carmo, inserido no Domínio I (Foto 5-52 a Foto 5-54).

Foto 5-52: Possível pseudotaquilito em fraturamento cataclástico presente no sienogranito do Granito do Carmo. Notar material muito fino, que pode ser vidro tectônico ou biotita secundária, preenchendo as fraturas. A orientação preferencial é na direção 180.

(TF18-XIV-70. Coord.: 8805048; 816198)

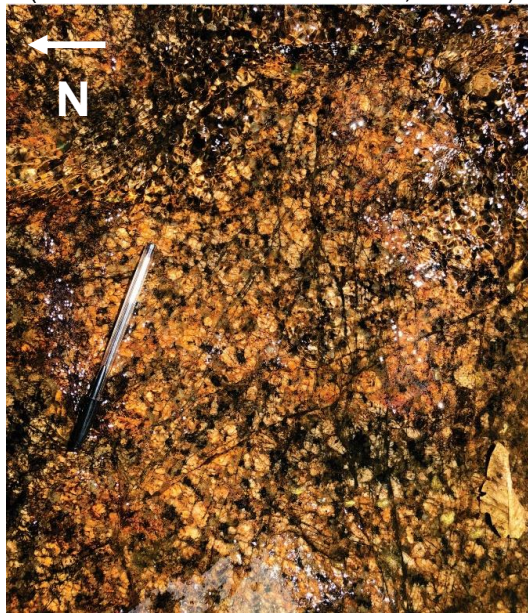


Foto 5-53: Fotomicrografia com nicóis paralelos do fraturamento cataclástico presente no Granito do Carmo. Preenchimento de material muito fino, podendo se tratar de biotita secundária ou vidro tectônico.

(TF18-XIV-70. Coord.: 8805048; 816198)

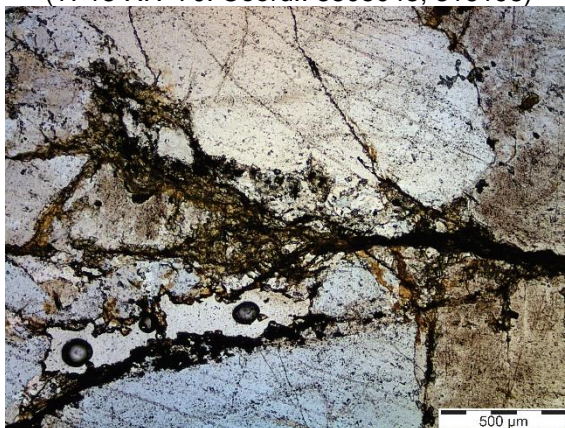
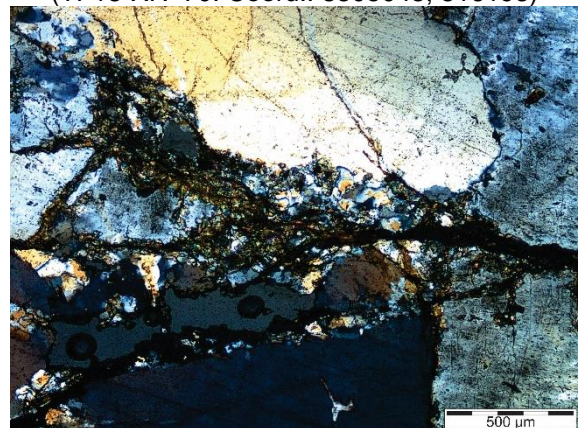


Foto 5-54: Fotomicrografia com nicóis cruzados do fraturamento cataclástico. Fraturas preenchidas por material muito fino. Notar também cristais de quartzo parcialmente recristalizados

(TF18-XIV-70. Coord.: 8805048; 816198)





5.2.2.2 Regime Rúptil

Estruturas como falhas, juntas, veios e diques caracterizam o regime rúptil na área XIV. Posterior e mais raso que o domínio anteriormente citado, possui expressões em toda a área. Ocorrem em escala regional, como falha transcorrente sinistral de orientação NS no granito do Carmo, e como falhas transcorrentes de direção NW-SE que são observadas deslocando a serra de quartzito, pertencente à Unidade Metavulcanossedimentar Indiferenciada, que cruza a área de nordeste a sudoeste (Figura 5-8). Nessas estruturas observa-se *steps* em quartzito de falha que indicam a cinemática sinistral. São também observados veios de quartzo de espessura centimétrica deslocados por falhamentos transcorrentes em escala mesoscópica (Foto 5-55), brecha hidráulica em zona de falha transcorrente de direção NW-SE (Foto 5-56) e pares conjugados de juntas extensionais no corpo granítico aflorante na área (Foto 5-57), e juntas perpendiculares entre si, ou clivagens espaçadas, que são observadas em quartzitos e diques (Foto 5-58).



Figura 5-8: Zona afetada por falha transcorrente de direção N-S. No afloramento em corte de estrada é possível observar quartzito de falha fraturado, com cristais de quartzo recrystalizados e cristalização de filossilicatos, indicando hidrotermalismo. Observam-se *steps* que indicam cinemática sinistral. Observa-se saprolito e veio de quartzo de espessura métrica. Possível transpressão associada em quartzo-muscovita-xisto localmente dobrado.

(TF18-XIV-45. Coord.: 8802146; 818711)

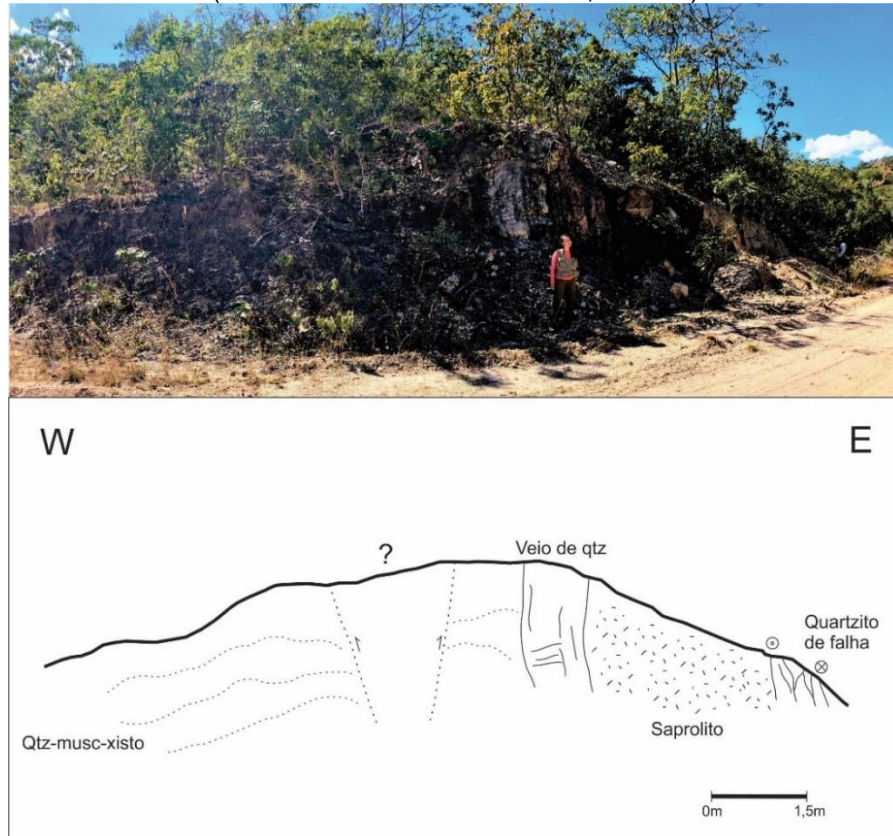


Foto 5-55: Veios de quartzo de espessura centimétrica e de direção aproximadamente N-S deslocados por falhamentos EW.
 (TF18-XIV-63. Coord.: 8803164; 818965)



Foto 5-56: Brecha de falha. É possível observar veios de quartzo em várias orientações, típico de fraturamento hidráulico.
 (TF18-XIV-36. Coord.: 8802475; 818372)





Foto 5-57: Par conjugado de juntas extensionais em corpo granítico. Preenchimento por quartzo. As direções são principalmente NW-SE e NE-SW. (TF18-XIV-31. Coord.: 8803160; 817473)



Foto 5-58: Fraturamento extensional em dique de microgabro. As juntas são aproximadamente perpendiculares entre si, e possuem direção N-S e E-W.

(TF18-XIV-62. Coord.: 8802950; 818970)



Em escala microscópica, observa-se deformação em cristais de quartzo em zonas de falha, como ilustrado na Foto 5-59, onde os cristais ocorrem com extinção ondulante e recrystalizados. Nesse mesmo contexto, há formação de fraturamentos localizados (Foto 5-60).

Foto 5-59: Fotomicrografia de nicóis cruzados de quartzito deformado em zona de falha. Notar recrystalização e extinção ondulante nos cristais de quartzo. (TF18-XIV-45. Coord.: 8802146; 818711)

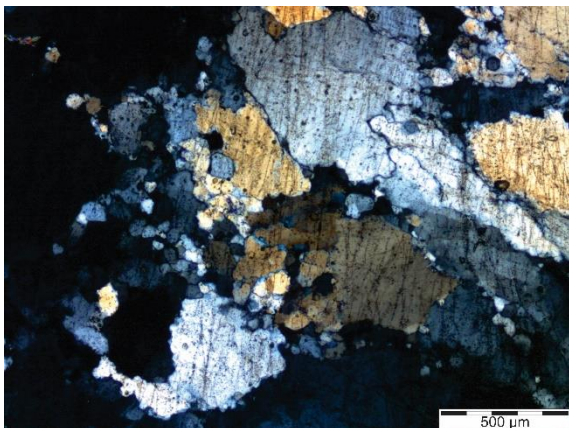
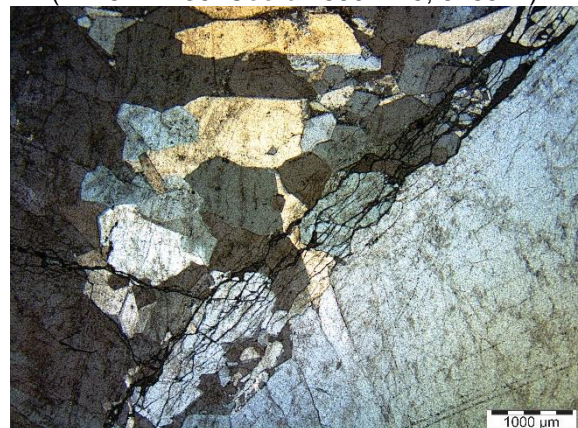


Foto 5-60: Fotomicrografia de nicóis cruzados de quartzito deformado em zona de falha no contato entre o granito do Carmo e a Unidade Metavulcanossedimentar Indiferenciada. Notar zona fraturada discreta com espessura máxima de 1000 μm. Observa-se também cristais de quartzo recrystalizados.

(TF18-XIV-36. Coord.: 8802475; 818372)





Diques de composição gabroica e de direção E-W são observados em cinco porções distintas da área, conforme ilustrado pelas Foto 5-61 e Foto 5-62. A espessura varia de 30 cm até mais de 4 metros. Apresentam apenas deformações no regime rúptil evidenciadas por fraturamento extensional nos corpos de espessura métrica. Encontram-se intrusivos no Granito do Carmo, Unidade Metavulcanossedimentar Indiferenciada e Fm. Monte do Carmo, conforme Anexo 7 – Mapa Geológico da Área XIV.

Foto 5-61: Dique de microgabro com juntas distensionais. Este corpo possui espessura de, no mínimo, 4 metros e se encontra intrusivo no Granito do Carmo.

(TF18-XIV-62. Coord.: 8802950; 818970)



Foto 5-62: Dique de diabásio intrusivo no Granito do Carmo. Espessura de 30 cm. Possui direção E-W e contato bem definido com a encaixante.

(TF18-XIV-70. Coord.: 8805048; 816198)



Os veios observados vão de micro a macro-escala, sendo nessa última de tamanhos variando de centimétricos a decamétricos, muitos com geometria escalonada (Foto 5-63). Os veios representam fraturas preenchidas por quartzo e marcam zonas de silicificação tardia.



Foto 5-63: Veios preenchidos por quartzo. Possuem espessura centimétrica e ocorrem escalonados. Suas direções principais são NE-SW e NW-SE. Afloramento em talude no Granito do Carmo à beira da TO-255.
(TF18-XIV-26. Coord.: 8803802; 817143)



No extremo leste da área XIV afloram unidades da Bacia do Parnaíba que se encontram sub-horizontais e raramente apresentam deformação, como pode ser observado na Foto 5-64, e conforme ilustrado no Item 0 (Foto 5-34 e Foto 5-38). São observados apenas fraturamentos associados ao regime rúptil, porém não foi possível medir a direção. Cunha (1986) e Góes *et al.* (1990) citam deformações rúpteis associadas à intrusão de diques, formação de grábens e desenvolvimento de fraturas na unidade, possivelmente ligadas a reativações.



Foto 5-64: Acamamento sub-horizontal das rochas dos Grupos Serra Grande e Canindé, unidades do compartimento denominado Bacia do Parnaíba. Notar erosão diferencial no pacote sedimentar, o que pode estar associado à fraturamentos.



5.3 METAMORFISMO

Na área XIV, as transformações metamórficas estão intimamente relacionadas às deformações em regime rúptil-dúctil que ocorrem, por sua vez, principalmente nas zonas de cisalhamento. Essas estruturas possuem orientação NE-SW e são encontradas de forma bastante restrita no Granito Do Carmo da Suíte Ipueiras, e afetando de modo mais amplo a Unidade Metavulcanossedimentar e, principalmente a Intrusão MUM Marimbondo. A Fm. Monte do Carmo apresenta deformação e metamorfismo bem mais incipientes. Já as sequências da Bacia do Parnaíba não apresentam esse tipo de deformação e alteração. O principal mineral índice na região é a clorita, presente nas paragêneses clorita +/- plagioclásio, clorita + epidoto e actinolita + epidoto + clorita +/- plagioclásio na intrusão máfico-ultramáfica, indicando metamorfismo de baixo grau de fácies albita-epidoto-hornfels a xisto-verde alto, segundo Yardley (1994).

A intensa silicificação que ocorre nas rochas MUM, bem como as alterações albiticas, potássicas e cálcicas observadas, tanto no corpo granítico quanto na intrusão MUM, indicam que o metamorfismo ocorre na presença de fluidos hidrotermais. Esses fluidos teriam sido responsáveis por remobilizar os elementos por meio de migração canalizada ao longo das estruturas rúpteis-dúcteis, como na ZC Areais, e posterior migração pervasiva, como observado na porção albitizada do Granito do Carmo (Foto 5-4).



6 GEOLOGIA ECONÔMICA

Neste tópico são apresentadas as potencialidades econômicas para a área XIV. São destacadas as ocorrências metálicas, tais como sulfetos e óxidos; ocorrências fosfáticas e, por fim, são descritas as ocorrências de rochas e minerais industriais, sendo eles: granito, seixos, areia e laterito.

6.1 RECURSOS MINERAIS LOCAIS

6.1.1 Ocorrências Metálicas

6.1.1.1 Sulfetos

Os sulfetos observados na área XIV são caracterizados principalmente pela presença de pirita (Foto 6-1), que ocorre em fraturas de direção N-S a NNE-SSW e NW-SE no sienogranito da unidade Suíte Ipueiras - granito Do Carmo (Foto 6-2). Nesses locais são encontradas canaletas de amostragens e pedreiras da *Monte Sinai Mineração Ltda.* A sulfetação se dá, na maioria das vezes, em veios de quartzo (Foto 6-3), que possuem larguras centimétricas. Por vezes, a sulfetação ocorre em porções onde o granito se encontra hidrotermalizado, discretamente cisalhado e possui granulação mais fina se comparada a outras porções da intrusão. É comum encontrar porções onde há oxidação do minério. A gênese desses minerais poderia estar ligada à migração com controle estrutural de fluidos magmático-hidrotermais reduzidos, evoluindo para uma migração mais pervasiva, responsável pela alteração hidrotermal do granito. O modelo descrito para o depósito, denominado Serra Alta, seria do tipo *Intrusion-Related* típico, conforme descrito na dissertação de Maia, 2016.

Observa-se também a presença de sulfetação, que ocorre de forma disseminada, em diques de diabásio de direção aproximada E-W. Ocorre também calcopirita inclusa em porfiroclastos de actinolita nas rochas metamáficas – actinolita-epidoto-xisto. Essas sulfetações provavelmente são de origem ortomagmática.

Foto 6-1: Sienogranito com porções oxidadas e veio sulfetado com pirita na parte superior da amostra.

(TF18-XIV-17. Coord.: 8805567; 820454)



Foto 6-2: Veios de quartzo de direção NNE-SSW no sienogranito. Notar porções de oxidação, indicando ocorrência de sulfeto.

(TF18-XIV-118. Coord.: 8805314; 821352)

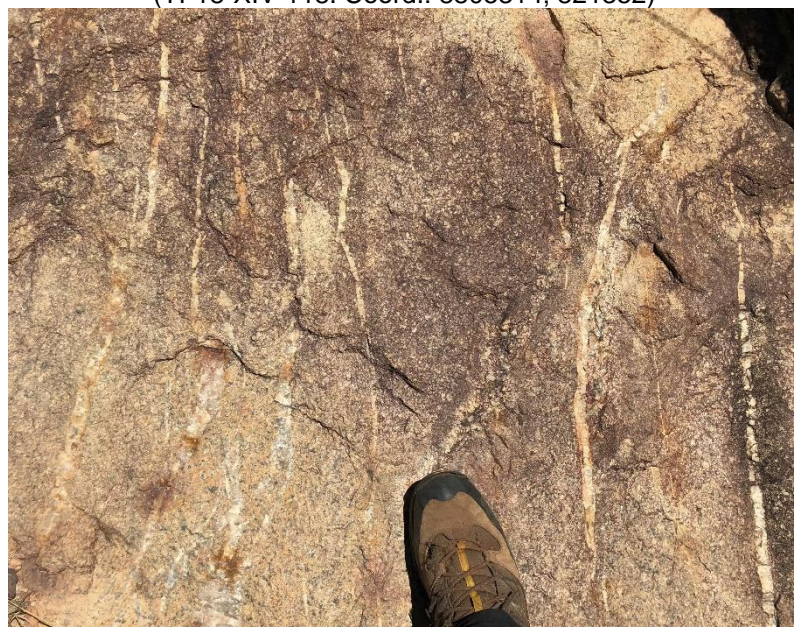
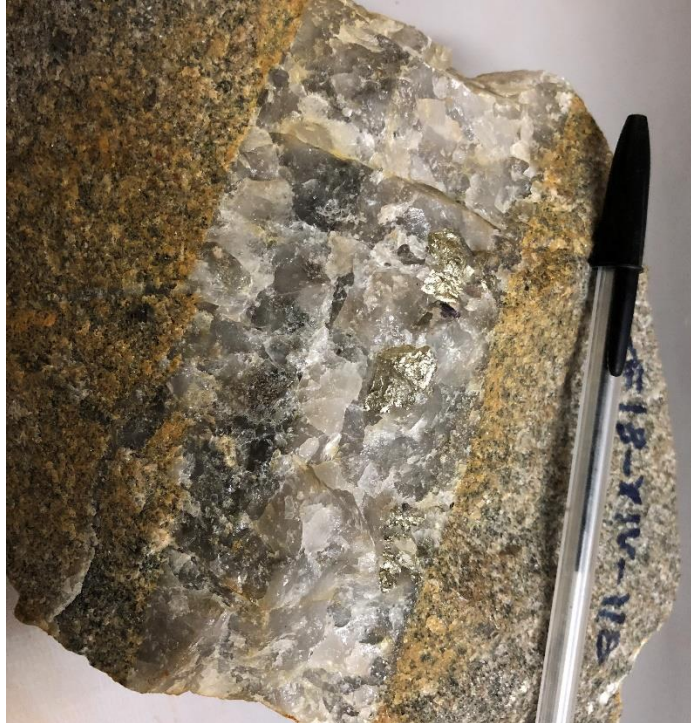


Foto 6-3: Epi-sienogranito com porções oxidadas próximas a veio de quartzo sulfetado em pirita.

(TF18-XIV-118. Coord.: 8805314; 821352)

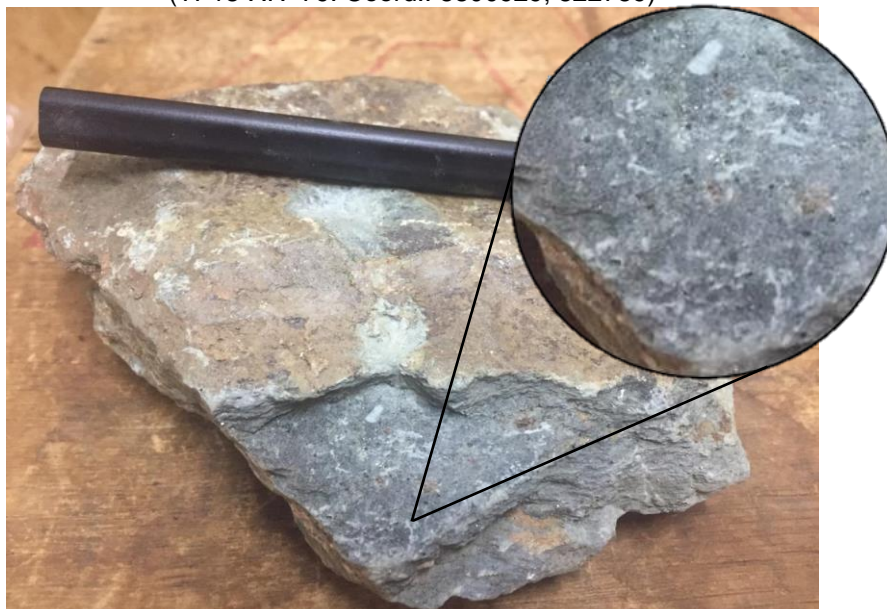


6.1.1.2 Óxidos

A intrusão máfico-ultramáfica apresenta ocorrência de minério de ferro e titânio. Esses são encontrados em rochas magnéticas, como tr-mag-xisto, onde a magnetita ocorre euhedral (Foto 6-4). Observa-se ainda, na alteração intempérica, pseudomorfos do mineral. Nos produtos de alteração hidrotermal das rochas ultramáficas, são observados minerais ricos em óxido de ferro-titânio – Ti-hematita – que são descritos abaixo.

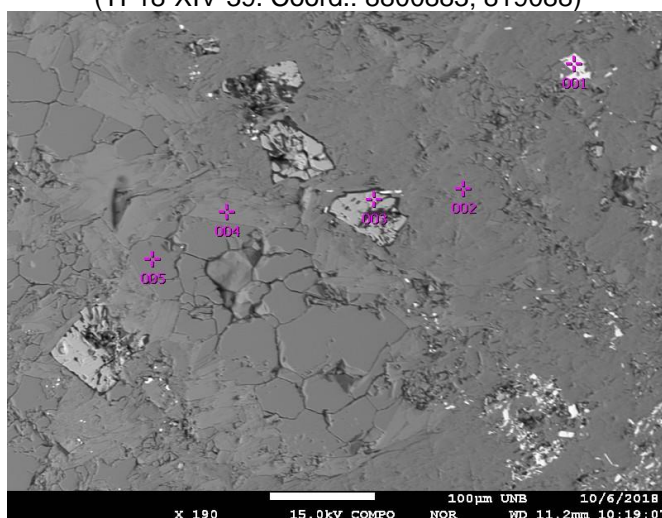
Há ampla ocorrência de Ti-hematita nos xistos milonitizados da Intrusão Máfico-Ultramáfica. A ocorrência do mineral se dá de forma disseminada em segregações de cor cinza-arroxeadas nos Ti hematita-clorita-xistos, juntamente com mica paragonítica e fluorapatita, chegando a 30% da composição da rocha (Figura 6-1). A milonitização e percolação de fluidos hidrotermais de baixa temperatura dentro da zona de cisalhamento Areias poderia ser responsável por reconcentrar o minério em bandas e também por martitizá-lo, já que essas rochas não são magnéticas.

Foto 6-4: Tremolita-magnetita-xisto com magnetita euedral.
 (TF18-XIV-79. Coord.: 8800929; 822789)



No mica branca-biotita-xisto que ocorre como xenólito no granito são encontrados microvênulas de óxido de ferro, que ocorrem também de forma euedral, e hollandita, um óxido de manganês e bário. Ocorre ainda rutilo na matriz. Como se trata de rocha com granulação muito fina, a identificação mineralógica se deu mediante análises EDS.

Figura 6-1: Imagem de retroespalhamento de elétrons em microsonda eletrônica. 001) Ti-hematita; 002) Mica paragonítica; 003) Fluorapatita; 004) Clorita e 005) Quartzo.
 (TF18-XIV-39. Coord.: 8800883; 819088)

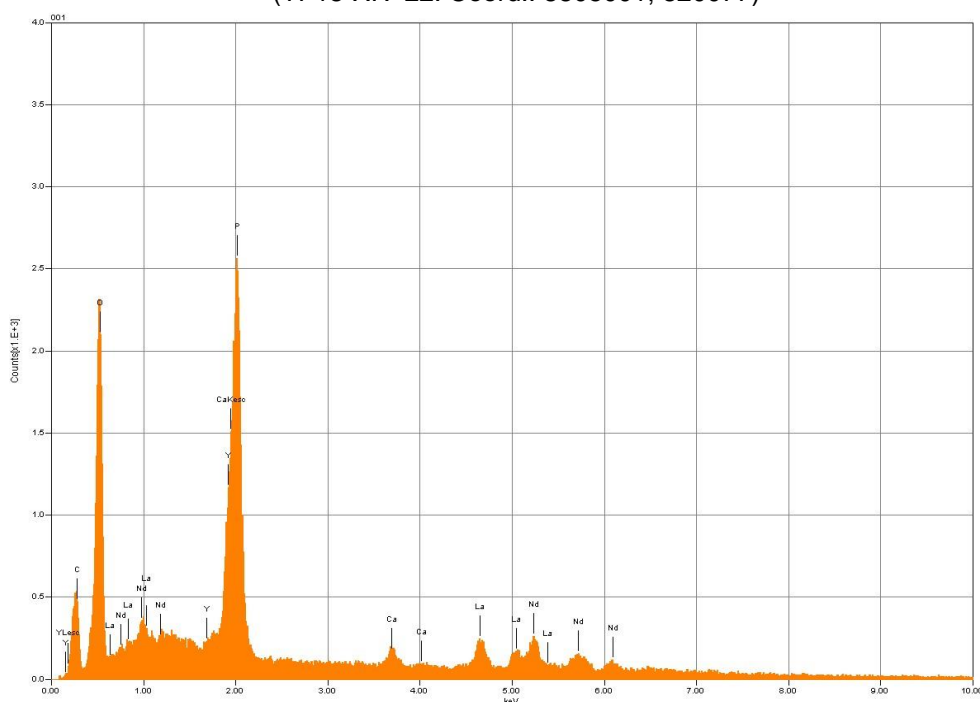




6.1.2 Ocorrências Fosfáticas

Uma das ocorrências de fosfato se dá no mica branca-biotita-xisto que aflora como xenólito na unidade sienogranítica Do Carmo. Por meio de análises EDS em microsonda, foram identificados cristais de granulação muito fina de monazita (Figura 6-2), que por sua vez ocorrem em contato com grãos de óxido de ferro na matriz. Ainda com o auxílio de microsonda, foram identificados cristais de fluorapatita nos Ti hematita-clorita-xistos. A ocorrência se dá próxima às segregações leucocráticas e dentro da matriz rica em mica paragonítica, conforme visto na Figura 6-2. Também ocorre fluorapatita na matriz dos clorita-xistos, que também fazem parte da sequência de rochas ultramáficas da intrusão máfico-ultramáfica.

Figura 6-2: Espectro da análise EDS de um cristal de monazita.
(TF18-XIV-22. Coord.: 8805001; 820077)





6.1.3 Minerais e Rochas Industriais

6.1.3.1 Rochas Ornamentais e/ou de Revestimento

A unidade sienogranítica Do Carmo possui ampla ocorrência na área XIV, e, devido a sua textura porfirítica gerada pela presença de fenocristais de K-feldspato, possui potencial para utilização como rocha ornamental e/ou de revestimento. Vale destacar, entretanto, que uma pesquisa direcionada a este uso deve ser realizada previamente.

6.1.3.2 Sienogranito/ Feldspato Potássico

O sienogranito Do Carmo, pertencente à Suíte Ipueiras, possui assinatura gamaespectométrica de coloração branca em quase toda a área XIV, intensificando essa tonalidade na borda sudeste da intrusão, onde a rocha faz contato com a Unidade Metavulcanossedimentar. Isso indica enriquecimento em potássio, urânio e tório.

Além disso, a petrografia dessas rochas indica uma composição superior a 30% de K-feldspato. Isso pode significar um potencial para a extração do mineral, que tem sido cada vez mais utilizado na indústria para revestimento cerâmico, coloríficos, tintas, plástico e borracha.

6.1.3.3 Agregados

A região possui potencial para extração de agregados para a indústria e construção civil. Nesse contexto, vale destacar a ocorrência da Unidade Metavulcanossedimentar Indiferenciada que atravessa a área na forma de uma serra com alinhamento NE-SW. Os quartzitos, por vezes milonitizados, que ali ocorrem, podem ser potenciais para extração de areia no local.

A região da área interpretada como parte da sequência máfico-ultramáfica, é quase que totalmente recoberta por lateritos. Esses, por sua vez, ocorrem em baixos topográficos caracterizados como planícies, e podem ter espessuras de dezenas de metros, conforme indicam testemunhos de furos de sondagem disponibilizados pela



Monte Sinai Mineração Ltda. em outras áreas do projeto. Dessa forma, a ocorrência pode ser de interesse para a extração de cascalho a ser utilizado na construção de rodovias.

Por fim, destaca-se a ocorrência de blocos e seixos num rio que desagua no rio Areias, e que possui aproximadamente 15 metros de largura. Essa drenagem se localiza na porção sudeste da área XIV, onde afloram as rochas da Fm. Monte do Carmo. Os seixos ocorrem principalmente na porção onde são aflorantes arenitos e conglomerados, tendo tamanhos que variam de seixo a matacão (Foto 6-5).

Foto 6-5: Drenagem localizada no extremo sudeste da área XIV. Observar a grande quantidade de matacões em primeiro plano e granulometrias menores em segundo plano.
(TF18-XIV-86. Coord.: 8798564; 824272)



6.1.4 Considerações

Além das ocorrências confirmadas, dados de geoquímica (Anexo 1 - Tabela de dados geoquímicos do Projeto Monte do Carmo) da amostra do ponto 39 indicam concentração de níquel de 856 ppm, sendo o valor mais alto de todas as análises realizadas no projeto. Apesar de ser uma concentração baixa se comparada a teores de depósitos econômicos, a composição ultramáfica dessas rochas aliada a reconcentrações e enriquecimentos por fluidos hidrotermais que podem ter ocorrido devido à ação da zona de cisalhamento Areias, fazem da região uma área de interesse para pesquisas minerais mais detalhadas.



Dessa forma, vale a pena reiterar que a verificação do real potencial das ocorrências citadas durante o capítulo só poderá ser feita por meio de estudos mais sistemáticos e direcionados ao desenvolvimento de prospecção mineral. Isso pode ser obtido por meio de métodos geofísicos, mapeamentos de detalhe, sondagens e análises geoquímicas.



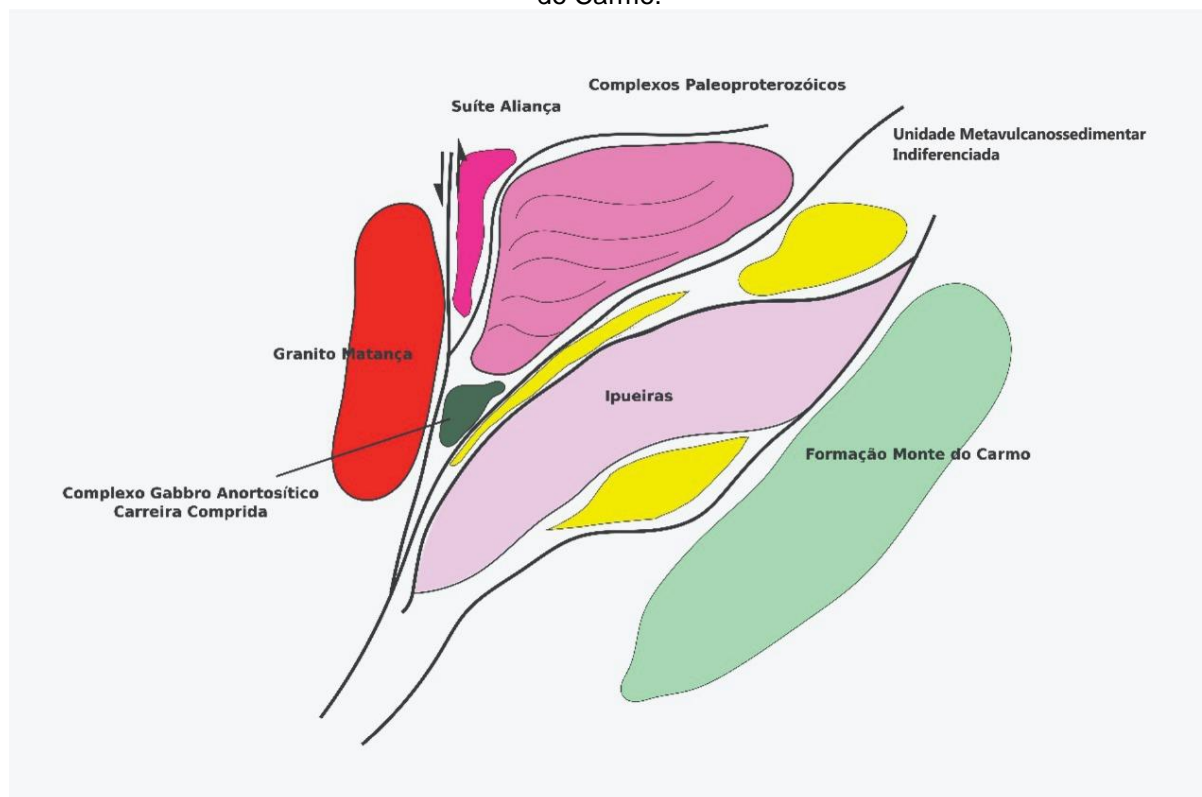
7 EVOLUÇÃO GEOTECTÔNICA

O quadro tectônico do Projeto Monte do Carmo (Figura 7-1) consiste na justaposição de distintas unidades litoestratigráficas cuja gênese está relacionada a diversos processos e eventos geológicos de diferentes idades, como magmatismo, metamorfismo e orogêneses.

Dentre estes eventos, dois ciclos orogênicos têm elevada relevância para a evolução tectônica da região: Ciclo Riachiano (2.3-1.9 Ga) e Ciclo Brasileiro (810 – 490 Ma) (Brito Neves *et. al.*, 2014). E o grande gradiente metamórfico na área do projeto ocorre em função desses dois eventos orogênicos espacialmente justapostos.

Além deles, unidades mais novas são descritas em partes significativas da porção leste do Projeto Monte do Carmo. Os tópicos a seguir descrevem os estágios propostos para a evolução geológica da região do Projeto Monte do Carmo.

Figura 7-1: Desenho esquemático ilustrando o modelo de evolução do contexto do Projeto Monte do Carmo.



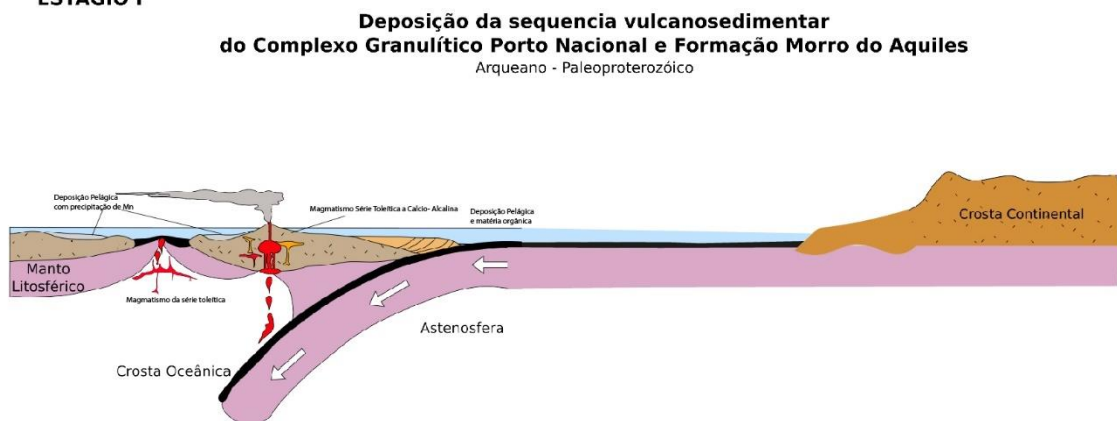


7.1 ESTÁGIO I – Deposição do Complexo Porto Nacional e Fm. Morro do Aquiles - 2.20 a 2.12 Ga

Na Era Paleoproterozoica, mais especificamente entre 2.20 e 2.12 Ga (Gorayeb *et. al.*, 2000), houve a deposição das sequências vulcanossedimentares que atualmente são nomeadas de Complexo Porto Nacional e Formação Morro do Aquiles. A deposição ocorreu em ambiente de arco de ilha (Figura 7-2), visto que os protólitos da unidade ortoderivada do Complexo Porto Nacional compõem uma série magmática contínua de basaltos a dacitos (Gorayeb, 1996).

A deposição das rochas paraderivadas ocorreu em bacias orogênicas associadas ao arco. O aporte sedimentar da bacia possivelmente consistiu de terrenos TTGs paleoproterozoicos e do vulcanismo concomitante a deposição na bacia, com idade máxima de deposição variando entre 2050 e 2150 Ma (Gorayeb, 1996 e Ribeiro & Alves, 2017). A Presença de Mn e Ba nas rochas do Complexo Porto Nacional sugere bacia de plataforma rasa oxínica, que propicia a condição necessária para a deposição do Mn, o qual pode ser originado a partir de fumarolas associadas ao vulcanismo ou proveniente dos paleocontinentes.

Figura 7-2: Desenho esquemático ilustrando o modelo de evolução do estágio I.



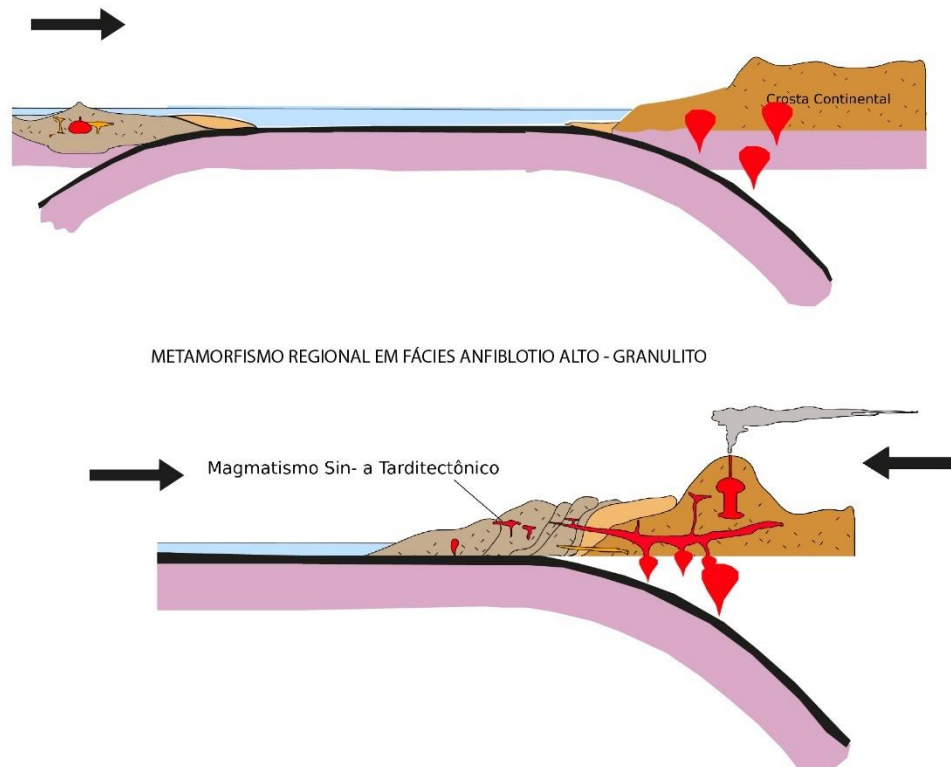


7.2 ESTÁGIO II - Orogênese Riacciana - 2.10 a 2.05 Ga

A manutenção do campo de tensões compressivas do estágio I resultou na gênese de um orógeno acrecionário envolvendo a colisão do arco de ilha com um paleocontinente (Figura 7-3). A colisão resultou no metamorfismo em fácies anfibolito a granulito do Complexo Porto Nacional e Formação Morro do Aquiles em 2.1 Ga (Gorayeb *et. al.*, 2000). Os granitos Torre, Manduca e Santana, sin- a tardi-orogênicos, foram gerados durante a colisão; o caráter peraluminoso, a fácies metamórfica anfibolito e a deformação imposta evidenciam o ambiente tectônico e a cronologia da formação destes corpos.

Após a colisão, iniciou-se o desenvolvimento de um arco continental. O magmatismo tipo I tardi-orogênico resultou na gênese das Suítes Santa Rosa e Ipueiras, entre 2.08 e 2.05 Ga (Fuck *et. al.*, 2002; Chaves *et. al.*, 2008; Saboia *et. al.*, 2009), que não foram afetadas pela deformação da orogênese riacciana. Atribui-se a influência de dois pulsos magmáticos em um mesmo evento tectono-térmico para a geração de tais suítes.

Figura 7-3: Desenho esquemático ilustrando o modelo de evolução do estágio II.
ESTÁGIO II **ACREÇÃO DO ARCO DE ILHA EM BLOCO CONTINENTAL**
Arqueano - Paleoproterozóico





7.3 ESTÁGIO III – Deposição da Unidade Metassedimentar Indiferenciada

Para o terceiro estágio, o qual corresponde a deposição da Unidade Metavulcanossedimentar Indiferenciada, os dados coletados em campo e as análises feitas posteriormente permitiram que essa fosse interpretada como integrante de uma dentre duas possibilidades já descritas na literatura: Grupo Natividade (1.8 - 1.56 Ga) ou Formação Monte do Carmo (0.54 Ga), ambas interpretadas como ambientes sedimentares, mais especificamente plataformas marinhas rasas.

O fato de terem sido mapeados conglomerados nessa Unidade no PMC sustenta a possibilidade de ela estar relacionada ao Grupo Natividade, porém diferenças como não terem sido mapeados carbonatos, nenhum indício de magmatismo bimodal ou quartzitos puros como os descritos para o GN na literatura, nos fizeram questionar a correlação destas duas unidades metassedimentares.

As similaridades com a Formação Monte do Carmo são um pouco mais numerosas, como a presença de quartzitos impuros com ocorrência de muscovita e plagioclásio, e vulcanismo associado; contudo também foram observadas diferenças como a presença de conglomerados polimíticos mapeados no PMC associados a Unidade Metavulcanossedimentar Indiferenciada.

7.4 ESTÁGIO IVa – Ciclo Brasileiro – 810 a 490 Ma

O Estágio IVa está relacionado ao Ciclo Brasileiro, que é dividido em quatro eventos principais (Brito Neves *et al*, 2014): a) eocriogeniana (840 – 750Ma); b) tardicriogeniana-eoediacarana (650 – 590 Ma); c) eo-médio ediacarana (ca. 590 – 560 Ma) e d) orogênese cambriana (530 – 490 Ma). De modo que para o contexto do Projeto cabe citar as influências do terceiro pulso, eo-médio ediacarana (590-560 Ma) associado a um possível arco continental, que envolveriam as unidades neoproterozóicas reportadas neste trabalho, com idades mais jovens que 600 Ma. E o quarto pulso relacionado a orogenia cambriana (530-490 Ma) cuja relação se estabelece com as intrusões MUM.

Este ciclo foi responsável pelas feições de retrometamorfismo nas rochas paleoproterozóicas, relacionado com a exumação destas para níveis crustais mais



rasos, e pelo metamorfismo nas unidades do Complexo Porto Nacional e da Formação Morro do Aquiles para fácies anfibolito, assim como também metamorfismo em fácies xisto verde de rochas neoproterozoicas discutidas a seguir. Durante o final deste ciclo, se desenvolveram grandes falhas transcorrentes, que regionalmente são dextrais, mas na área total do projeto apresentam cinemática sinistral. Expressões dextrais locais também são observadas, como na área XIV, por exemplo. Tais transcorrências estão alinhadas na direção NE-SW conforme o sentido do Lineamento Transbrasiliano.

As grandes falhas de rejeito direcional relacionadas ao LTB justapõem tectonicamente todas as unidades reportadas neste projeto, desde complexos paleoproterozóicos de alto grau a formações neoproterozóicas anquimetamórficas. A deformação é heterogênea, com corpos graníticos paleo e neoproterozoicos se comportando como blocos rígidos ante a deformação imposta.

7.5 ESTÁGIO IVb – Unidades Neoproterozóicas a Cambrianas

As unidades neoproterozóicas no contexto do Projeto Monte do Carmo compreendem a Formação Monte do Carmo e as intrusões máficas-ultramáficas (MUM) descritas por Lima (2008).

A **Formação Monte do Carmo** é uma sequência vulcanossedimentar bastante controversa na literatura, com Costa *et al.* (1984) e Gorayeb *et al.* (2000) a colocaram como paleoproterozoica ou mesoproterozoica; enquanto Saboia (2009) atribuíram à esta Formação idade brasileira.

O mapeamento e as descrições petrográficas do Projeto Monte do Carmo mostraram-se muito compatíveis com aos litotipos descritos por Saboia (2009) em vários aspectos, principalmente em função da presença predominante de conglomerados polimíticos e arcóseos em sua Unidade Sedimentar, a qual foi atribuída uma origem molássica por Bezerra *et al.* (1981) e Schobbenhaus *et al.* (1984). Porém, em outros aspectos, mostram diferenças, principalmente relacionadas a presença de uma série vulcânica completa, com evidências de riolitos, dacitos, traquidacitos, andesitos e basaltos, e não de um vulcanismo bimodal, como descrito por Saboia (2009).



Ainda assim, a partir dos dados de campo e da literatura, pode-se inferir um ambiente tectônico continental com vulcanismo associado à um rifteamento pós-tectônico ao final do ciclo Brasileiro. A sucessão sedimentar em granocrescência ascendente com conglomerados polimíticos no topo e a falta de estruturas sedimentares sugerem um ambiente fluvial associado a leques aluviais para a deposição dos sedimentos da Formação Monte do Carmo, com vulcanismo correlato e intercalado com a sedimentação.

Em relação às **intrusões MUM**, além das descritas por Lima (2008), foi individualizada na área XIV uma ocorrência de um outro corpo (Intrusão Máfica-Ultramáfica Marimbondo) com características muito semelhantes, mas muito recristalizado devido à grande influência de percolação de fluidos em uma zona de cisalhamento (ZC Areais).

De acordo com a literatura citada neste tópico, tanto a Formação Monte do Carmo quanto as Intrusões Máficas-Ultramáficas compreendem rochas mais novas que 600 Ma, porém sem idades de cristalização ou deposição prontamente definidas para todas as unidades.

7.6 ESTÁGIO V – Bacia do Parnaíba

Posterior aos estágios descritos, já num momento de estabilização da plataforma sul-americana, a subsidência da bacia remete aos eventos sin- e pós-tectônicos do Ciclo Brasileiro, responsável pela formação de grábens que se distribuem por toda a bacia, com eixos orientados de nordeste a norte (Almeida & Carneiro, 2004).

A porção da Bacia do Parnaíba englobada pelo Projeto Monte do Carmo corresponde ao registro sedimentar do intervalo Siluriano-Devoniano e a interpretação genética dos processos responsáveis por sua deposição é discutida a seguir.

A Formação Jaicós (Grupo Serra Grande) compõe a porção basal da Bacia do Parnaíba na região do Projeto Monte do Carmo e a partir das associações de fácies descritas foram identificados dois ambientes deposicionais distintos para a Formação Jaicós: (I) leques aluviais e (II) fluvial entrelaçado; ambientes que caracterizam um sistema continental. A análise da sucessão vertical dessa unidade revela um caráter



episódico para a deposição das diferentes fácies, com variações no nível do aporte sedimentar, marcado pela intercalação entre níveis conglomeráticos, areníticos e pelíticos.

Em contato gradacional com a Formação Jaicós, encontra-se a Formação Itaim (Grupo Canindé). Esta unidade litoestratigráfica é caracterizada como a zona transicional entre as formações Jaicós e Pimenteiras. Devido as exposições sub-verticais na Bacia do Parnaíba e sua pouco expressiva espessura (aproximadamente 40 m), diversos autores (Vaz *et al*, 2007; Ribeiro & Alves; 2017) optam por incluir esta unidade, cartograficamente, na base da Formação Pimenteiras.

A associação de fácies para a Formação Itaim revela um ambiente de *shoreface* médio/inferior caracterizado pela ação de fluxos oscilatórios que imprimem estruturas do tipo *swaley* e *hummocky cross stratification*. Características de um sistema plataformar marinho raso dominados por ondas de tempestade.

Como mencionado anteriormente, a Formação Pimenteiras (Grupo Canindé) marca a primeira grande incursão marinha na Bacia do Parnaíba. As rochas desta unidade definem um relevo na forma de frentes escarpadas contínuas e aplainadas, o que dificulta o estudo em detalhe das fácies desta unidade na região. Desta forma, não se pode relacionar com precisão a relação estratigráfica destas fácies, apenas que elas ocorrem intercaladas ao longo da área.

A formação apresenta como principal característica a presença de sedimentos ricos em ferro, denominados de *Ironstones*. A origem e a forma de transporte deste ferro que se manifesta através das fases minerais goethita e hematita que cimentam as fácies desta unidade ainda é controversa. De forma geral, existem duas hipóteses sobre a origem do ferro na Bacia do Parnaíba:

1. Grande concentração de ferro através de processos de lateritização e condições favoráveis para remobilização de Fe até a bacia.
2. Crostas ferruginosas geradas devido a clima temperado e condições podzolizantes. Fragmentos destas crostas teriam sido transportados junto a sedimentos de rios. Porém, para que isso acontecesse, haveria de ocorrer a mudança brusca de um clima frio para tropical húmido (Amaro *et al*. 2012).



Em ambas, o transporte de Fe seria favorecido por complexos húmicos e flúvicos. Podendo assim, supor a presença de ecossistemas lagunares redutores (Krachler *et al.* 2010). Amaro (2012) sugere que na formação dos *Ironstones* houve tanto contribuição detrítica como química, significando que, além da precipitação marinha, foram aportados para a bacia produtos de erosão continental. Ao chegar ao oceano, o Fe em solução teria sido oxidado e precipitado, formando lâminas ferruginosas que substituiu ou se misturou com o material pelítico do substrato.

7.7 ESTÁGIO VI – Diques Máficos

Já relacionados à abertura do Oceano Atlântico no período Jurássico/Triássico e Cretáceo, Oliveira (2017) descreve A Formação Mosquito (FM) e Formação Sardinha (FS) como ocorrências basálticas expressas na área do Projeto Monte do Carmo com diques NW/SE, E/W, e mais restritamente NE/SW.



8 DISCUSSÃO

O mapeamento geológico desenvolvido pela equipe da Área XIV resultou em sugestões de modificação das cartografias geológica e estrutural realizadas por Gorayeb *et al.* (2013) e pela CPRM (Ribeiro & Alves, 2017) na Folha SC.22-Z-B (Porto Nacional) (Anexo 14 – Comparações Cartográficas). A primeira adição diz respeito à ocorrência de xenólitos de rocha metassedimentar no Granito Do Carmo (Bezerra *et al.*; 1981; Chaves *et al.*, 2007), não reportados anteriormente. Contudo, deve ser notado que estes xenólitos não possuem o tamanho suficiente para serem representados no mapa do projeto.. A serra de quartzito que corta a área em direção NE-SW, mapeada até então como sendo parte da unidade sedimentar da Formação Monte do Carmo (Costa *et al.*, 1976; Saboia, 2009; Braga *et al.*, 2008), foi nomeada Unidade Metavulcanossedimentar Indiferenciada, levantando a possibilidade de que seja parte do Grupo Natividade (Moore, 1963; Hasui *et al.*, 1984; Costa *et al.*, 1976). Foi proposta a ocorrência de uma intrusão máfico-ultramáfica, denominada Marimbondo, ao invés da sequência sedimentar e unidade basáltica cartografada previamente (Saboia, 2009). A Formação Monte do Carmo teve sua ocorrência detalhada em unidades sedimentares e vulcânicas a partir da cartografia de litofácies. Por fim, foram delimitadas ocorrências de lateritos no topo da Intrusão Marimbondo e no topo da Fm. Pimenteiras. As rochas sedimentares da porção basal da Bacia do Parnaíba (Góes *et al.*, 1994; Vaz *et al.*, 2007) se mantiveram cartografados como formações Jaicós e Pimenteiras.

Os contatos entre as unidades foram refinados de acordo com a escala do mapeamento. Em relação às estruturas presentes na área, as mudanças mais significativas são relacionadas à proposta de duas zonas de cisalhamento: Conceição e Areias. Além disso, foi possível evoluir o conhecimento em relação à cinemática das estruturas e à ocorrência de diversos corpos subvulcânicos de direção E-W em várias das unidades cartografadas.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALASKA SATELLITE FACILITY. Disponível em: <<https://www.asf.alaska.edu/sar-data/palsar/terrain-corrected-rtc/>>. Acesso em: 12 Jun. 2018.

ALMEIDA, F. D., & CARNEIRO, C. D. R. 2004. **Inundações marinhas fanerozóicas no Brasil e recursos minerais associados**. Mantesso Neto, V.; Bartorelli, A.; Carneiro, CDR, 43-60. 2004.

ALMEIDA, F. F. M. 1977. **Províncias Estruturais Brasileiras**. In: Simpósio de Geologia do Nordeste, 8., Campina Grande. Campina Grande: SBG. P.363-391. 1977.

ALMEIDA, F. F. M.; HASUI, Y.; BRITO NEVES, B. B.; FUCK, R. A. **Brazilian Structural Provinces: An Introduction**. Earth Sci. Rev., n.17, p.1-29, 1981.

ALVARENGA C.J.S., MOURA C.A.V., GORAYEB P.S.S., ABREU F.A.M. 2000. **Paraguay and Araguaia Belts**. In: Cordani *et al.* Tectonic Evolution of South America. Rio de Janeiro, SBG. p. 183-194. Dardenne, m. a. The Brasília fold belt.

AMARO, G. J. L.; VILLAS, R. N. N.; KOUTSCHOUBEY, B. **Estudo petrográfico e geoquímico dos ironstones da base da Formação Pimenteiras, borda Oeste da Bacia do Parnaíba, Tocantins**. Revista Brasileira de Geociências, v. 42, p. 373-392, 2012.

ANA - Agência Nacional de Águas. Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica Tocantins-Araguaia. 2009. Acesso em: 13 jun. 2018.

ANA - Agência Nacional de Águas. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil**. Brasília, 2015. Disponível em: < <http://conjuntura.ana.gov.br/> > Acesso em: 11 jun. 2018.

ARCANJO, J. B. A. **Fotogeologia: conceitos, métodos e aplicações**. Salvador: CPRM/SGB, 144 p. 2011.

ARCANJO, S. H. S.; ABREU, F. A. M.; MOURA, C. A. V. **Evolução Geológica das Sequências do Embasamento do Cinturão Araguaia na Região de Paraíso do Tocantins (To), Brasil**. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, v.43, n.3, p.501-514. 2013.

ARCANJO, S.H.S. 2002. **Evolução Geológica das seqüências do Embasamento na porção sul do Cinturão Araguaia–Região de Paraíso do Tocantins**. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 181 p. 2002.



ARCANJO, S.H.S.; MOURA C.A.V. **Geocronologia das rochas do embasamento do setor meridional do Cinturão Araguaia. Região de Paraíso do Tocantins (TO).** Revista Brasileira de Geociências, 30(4):665-670. 2000.

BARBOSA, O.; RAMOS, J. R. A.; GOMES, F. A.; HELMBOLD, R. **Geologia estratigráfica, estrutural e econômica da área do Projeto Araguaia.** Rio de Janeiro: DNPM, 1966.

BARRADAS, J. A. S. 1993. **Geocronologia das rochas ígneas e mineralizações auríferas associadas da porção centro-sul do Estado do Tocantins (região de Porto Nacional-Monte do Carmo).** Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica, Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 85p. 1993.

BEZERRA, P. E. L.; CUNHA, B. C. C.; IANHEZ, A. C.; POTIGUAR, L. A. T.; PITTHAN, J. H. L.; SOUZA JR, J. J.; SOUZA, A. M. S. 1981. **Associação plutono-vulcânica de Ipueiras.** Simpósio De Geologia Do Centro-Oeste, 1, 363-375. 1981

BIZZI, L. A.; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, J. H. **Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil: texto, mapas e SIG.** CPRM. 2003

BRAGA L. M. V.; DARDENNE, M. A.; JUNQUEIRA-BROD, T. C.; SABOIA, A. M.; PAULINO, F.; PEREIRA, G. S. P.; OLIVEIRA, A. A. 2008. **Geologia da Região da Pedra Furada, Monte do Carmo, TO.** In: IV Simpósio sobre Vulcanismo e Ambientes Associados, IV, Foz do Iguaçu - PR. Anais - CD-ROM. 2008.

CHAVES C. L.; GORAYEB, P.S.S.; MOURA, C.A.V., 2008. **Geologia, geocronologia e litoquímica dos granitos paleoproterozóicos do tipo A no setor setentrional da Província Tocantins.** Revista Brasileira de Geociências 38, 366-378. 2008.

CHAVEZ, J. P.S. **An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data.** Remote Sensing of Environment. New York, v.24, p. 459-479, 1988.

CORDANI U.G.; PIMENTEL M.M.; ARAÚJO C.E.G; BASEI M.A.S; FUCK R.A.; GIRARDI V.A.V. 2013a. **Was there an Ediacaran Clymene Ocean in central Brazil?** American Journal of Sciences, 313:517-539. 2013.

CORDEIRO P. F. O.; Oliveira C. G. O. **The Goiás Massif: Implications for a pre-Columbia 2.2-2.0 Ga continent-wide amalgamation cycle in central Brazil.** Precambrian Research, 298: 403-420. 2017.

CORREIA C.T.; GIRARDI V.A.V.; TASSINARI, C.C.G.; JOST H. 1997. **Rb-Sr and Sm-Nd geochronology of the Cana Brava layered mafic-ultramafic intrusion, Brazil, and considerations regarding its tectonic evolution.** Revista Brasileira de Geociências, p. 163-168, 1997.





COSTA J.B.S.; LEMOS R.L.; MARTINS J.P.A.; BELTRÃO L.F.; GÓES A.M.; HASUI Y. **Geologia da região de Porto Nacional**. Rev. Bras. Geoc., 14:3-11. 1984.

COSTA, J. B. S. **Projeto Porto Nacional: Relatório Final**. UFBA. Belém. p.104. 1982.

COSTA, J. B. S.; GORAYEB, P. D. S.; BEMERGURY, R. L.; GAMA JR, T., KOTSCHOUBEY, B.; LEMOS, R. L. **Projeto Paraíso do Norte. Relatório Final**. DNPM/UFPA, Belém, 125. 1983.

COSTA, JBS. **Aspectos lito-estruturais e evolução crustal da região centro-norte de Goiás**. Belém, 210p. Tese de Doutorado. Tese de Doutoramento, CG-UFPA. 1985.

COSTA, L.A.M.; PORTELA, A.C.P.; NILSON, A.A.; VALE, C.R.O.; MARCHETTO, C.L.M.; SANTOS, E.L. DOS; MENEGHESSO, G.; INDA, H.A.V.; STERNA, L.H.; MARCHETTO, M.; BAPTISTA, M.B.; FRATIN, O.; MOSSMANN, R.; OLIVEIRA, T.F. DE; SILVA, W.G. DA. **Projeto Leste do Tocantins-Oeste do São Francisco**. PROSPEC/DNPM, Rel. Final. 1976.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Acervo Biblioteca Virtual. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Redes-Institucionais/Rede-de-Bibliotecas---Rede-Ametista/Acervo/Biblioteca-Virtual-1327.html>>. Acesso em: 07 Jun. 2018.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Acervo Biblioteca Virtual. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Redes-Institucionais/Rede-de-Bibliotecas---Rede-Ametista/Acervo/Biblioteca-Virtual-1327.html>>. Acesso em: 07 Jun. 2018.

CUNHA, B.C.; POTIGUAR, L.A.T.; IANHEZ, A.C.; BEZERRA, P.E.L.; PITTHAN, J.M.L.; SOUZA Jr., J.J.; MONTALVÃO, R.M.G.; SOUZA, A.M.S.; HILDRED, T.R.; TASSINARI, C.C.C. **Projeto RADAMBRASIL, Folha SC.22-Tocantins**. Geologia 1, 21-196. 1981.

DANTAS, E. L.; ARAÚJO FILHO, J. O.; OLIVEIRA C. G.; CHIARINI M. F. N.; FUCK R. A.; DE SORDI D. A. **Geologia da Folha Porangatu SD.22-X-D-I**. Nota Explicativa. Brasília, CPRM/UnB, 98 p., 1 mapa. 2007.

DARDENNE, M.A. 1978. **Zonação Tectônica na borda ocidental do Cráton São Francisco**. In: Congresso Brasileiro De Geologia. 30. Anais. Recife, p.299-308. 1978.

DE CAMARGO, Â. P.; DE CAMARGO, M. B. P. **Uma revisão analítica da evapotranspiração potencial**. Bragantia, 59(2), 2000. 125-137. 2000.

DELLA FÁVERA J. C. 1990. **Tempestitos da Bacia do Parnaíba: um ensaio holístico**. Tese de Doutorado, Porto Alegre: Instituto de Geociências – UFRGS. 1990.

FERREIRA, F. J. F. 2016. **Gamaespectrometria aérea e sua Aplicação na Cartografia Geológica**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná. 2016.



FIGUEIREDO, A.M.; RAJA-GABAGLIA, G.P. **Sistema classificatório aplicado às bacias sedimentares brasileira**. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, 16(4): 350-369. 1986.

FRASCA, A. A. S.; LIMA, H. A.; MORAES, L. L. D.; RIBEIRO, P. S. E. **Geologia e Recursos Minerais da Folha Gurupi: SC.22- Z-D, estado do Tocantins**. Goiânia: CPRM, 2010. 180 p. il. color. Escala 1:250.000. Cartografia da amazônia. Levantamentos Geológicos Básicos. Programa de Geologia do Brasil - PGB. Projeto Sudeste do Tocantins. ISBN 9788574990873. 2010.

FUCK, R. A.; DANTAS, E. L.; PIMENTEL, M. M.; BOTELHO, N. F.; JUNGES, S. L.; HOLLANDA, M. H. B. M.; ARMSTRONG, R. **Crosta continental paleoproterozoica no embasamento da porção norte da Faixa Brasília: novos dados Sm-Nd e U-Pb**. SBG, Congr. Bras. Geol, 41, 308. 2002.

FUCK, R.A. **A Faixa Brasília e a compartimentação tectônica da Província Tocantins**. In: SBG, Simp. Geol. Centro-Oeste, 4, Atas, p. 184-187. 1994.

GÓES, A.M. de O.; FEIJÓ, F.J. **Bacia do Parnaíba**. Boletim de Geociências da Petrobrás, 8:57-67. 1994.

GOOGLE. Google Earth. Version Pro. 2018. Disponível em: < <https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/> >. Acesso em: 20 Nov. 2018

GORAYEB P. S. S.; CHAVES, C. L.; MOURA, C. A. V.; LOBO, L. R. S. **Neoproterozoic granites of the Lajeado intrusive suite, north-center Brazil: A late Ediacaran remelting of a Paleoproterozoic crust**. Journal of South American Earth Sciences 45, p. 278-292. 2013.

GORAYEB P. S. S.; MOURA, C. A. V.; BARROS, G. R. **Pb-Pb zircon ages of the Porto Nacional High-Grade Metamorphic Terrain, Northern portion of the Goiás Massif, Central-Brazil**. Revista Brasileira de Geociências, 30, p.215-224. 2000.

GORAYEB, P.S.S. 1996. **Petrologia e evolução crustal das rochas de alto grau de Porto Nacional-TO**. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Pará, p. 262. 1996.

GORAYEB, P.S.S.; COSTA, J.B.S.; LEMOS, R.L.; GAMA Jr. T.; BEMERGUY, R.L.; HASUI, Y. **O Pré- Cambriano da Região de Natividade, GO**. Rev. Bras. Geoc., 18: 391-397. 1988.

GUY, H. **Quelques principes et quelques experieuces sur la methodologie de la photo-interpretation**. Symposium International De Photo- Interpretation, 2. Paris. P.21-41. 1966.



HARALYI, N.L.E.; HASUI, Y. **Interpretation of gravity and magnetic data, Central and Eastern Brasil.** In: HINZE, W.J. ed. The utility of regional gravity and magnetic anomaly maps. Society of Exploration Geophysics, Tulsa, EUA, p. 124-131. 1985.

HASUI Y.; COSTA J.B.S.; GORAYEB P.S.S.; LEMOS R.L.; GAMA JR. T.; BEMERGUY, R.L. **Geologia da região de Paraíso do Norte de Goiás.** In: SBG, Cong. Bras. Geol., 33, RJ, Anais, p. 2220-2230. 1984.

HASUI, Y., TASSINARI, C. C. G., SIGA JR, O., TEIXEIRA, W., ALMEIDA, F. D., & KAWASHITA, K. **Datações Rb-Sr e K-Ar do Centro Norte do Brasil e seu significado geológico-tectônico.** In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia. 1980. p. 2.659-2.667. 1980.

HASUI, Y.; COSTA, J. B. S.; ABREU, F. A. M. **Província Tocantins - Setor setentrional.** In: Almeida, Fernando Flávio Marques de; Hasui, Yociteru (Coord.). O pré-cambriano do Brasil. São Paulo: Edgard Blucher Ltda p.187- 204. 1984.

HASUI, Y.; MIOTO, J. A. **A zona sismogênica de Porangatu-GO.** 35 Cong. Bras. de Geol., Belém, 5:2173-2186. 1988.

IAEA - INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. 2003. Guidelines for radioelement mapping using gamma ray spectrometry data. Disponível em < https://www-pub.iaea.org/mtcd/publications/pdf/te_1363_web.pdf > . Acesso em: 15 Set. 2018.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. ESTATÍSTICA POR CIDADE E ESTADO. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/por-cidade-estado-estatisticas.html> >. Acesso em: 18 Set. 2018.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Gráficos Climatológicos. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/graficosClimaticos> >. Acesso em: 10 Jun. 2018.

JOST H.; CHEMALE JR. F.; FUCK R. A.; DUSSIN I. A. **Uvã complex, the oldest orthogneisses of the Archean-Paleoproterozoic terrane of central Brazil.** Journal of South American Earth Sciences, 47, p. 201-212. 2013.

KAMINSKY, F. V.; SABLUKOV, S. M.; SABLUKOVA, L. I.; ZAKHARCHENKO, O. D. **The Fazenda Largo off-craton kimberlites of Piauí State, Brazil.** Journal of South American Earth Sciences, 28: 288-303. 2009.

KÖPPEN, W.; R. GEIGER. **Klimate der Erde.** Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map 150cmx200cm. 1928.

KRACHLER, R.; KRACHLER, R.F.; VON DER KAMMER, F.; SÜPHANDAG, A.; JIRSA, F.; AYROMLOU, S.; HOFMANN, T.; KEPPLER, B.K. **Relevance of peat-**



draining rivers for the riverine input of dissolved iron into the ocean. Science of the Total Environment, v. 408, n. 11, p. 2402-2408. 2010.

LILLESAND, T.M.; KIEFER, R.W. **Remote Sensing and Image Interpretation.** (3rd ed.), John Wiley and Sons, New York. 1994.

LIMA, H.A.F.; FERREIRA FILHO, C.F.; PIMENTEL, M.M.; DANTAS, E.L.; ARAÚJO, S.M. **Geology, petrology and geochronology of the layered mafic-ultramafic intrusions in the Porto Nacional area, central Brazil.** Journal of South American Earth Science 26, 300e317. 2008.

LUZ, A. B.; LINS, F. A. F.. **Rochas & minerais Industriais: usos e especificações.** 2.Ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT. 990p. 2008.

MAIA, J. G. D. A. 2016. **Caracterização da mineralização aurífera no Granito do Carmo, Depósito Serra Alta, município de Monte do Carmo (TO).** Dissertação de Mestrado – Instituto de Geociências, UnB. 2016.

MARINI, O.J.; FUCK, R.A.; DANNI, J.C.; DARDENNE, M.A.; LOGUERCIO, S.O.; RAMALHO, R. **As faixas de dobramento Brasília, Uruaçu e Paraguai- Araguaia e o Maciço Mediano de Goiás.** In: Schobbenhaus, C., Diógenes, A.C., Derge, G.R., Asmos, M.G. (Coord.) 1984. Geologia do Brasil. Brasília. DNPM. p. 251-303, 1984b.

MARQUES, G.C. **Geologia dos grupos Araí e Serra da Mesa e seu embasamento no sul do Tocantins.** Brasília, 122p. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências - Universidade de Brasília. MOORE, B. 1963. Geological Reconnaissance of the southwest corner of the Maranhão Basin. Rio de Janeiro, Petrobrás-DEPEX, Relatório nº 1854. 2009.

MARQUES, R. P.; KASSAB, F. J., MOLINA, E. C.; ANDRADE, F. A. R. **Convênio ANP-USP para o Desenvolvimento de Programa de Transferência de Tecnologias e de Capacitação Técnica em Atividades Relacionadas à Exploração de Hidrocarbonetos, com Ênfase em Levantamentos Aerogeofísicos para a Identificação de Áreas com Ocorrência Potencial de Petróleo e Gás na Bacia do Parnaíba.** São Paulo, 2006.

MEIRELES, H. P.; Xavier, R. P.; HASUI, Y.; KOTSCHOUBEY, B. 1995. **Geologia e ocorrências auríferas da área do Morro do Lajeado, Porto Nacional - TO.** Dissertação (Mestrado em Geologia e Geoquímica) - Universidade Federal do Pará. 1995.

MENESES, P.R.; ALMEIDA, T. **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto.** 1 ed. Brasília: UnB/CNPq, v.1. 2012.

MOORE, B. **Geological Reconnaissance of the southwest corner of the Maranhão Basin.** Rio de Janeiro. Petrobrás-DEPEX, Relatório nº 1854. 1963.



MOURA, C. A. V.; SOUZA, S. H. P. **Síntese dos dados geocronológicos das rochas do embasamento do Cinturão Araguaia e suas implicações estratigráficas.** In: SBG, Congresso Brasileiro De Geologia, 39., Salvador. Anais... Salvador: SBG, 1996. v.6, p.31-34. 1996.

NEVES, B. B. D. B.; FUCK, R. A.; PIMENTEL, M. M. **The Brasiliano collage in South America: a review.** Brazilian Journal of Geology, 44(3), 493-518. 2014.

OLIVEIRA, A. L. **Geologia e Petrologia dos basaltos das formações Mosquito e Sardinha, Bacia do Parnaíba.** 2017. 79 f., il. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade de Brasília, Brasília. 2017.

PIMENTEL M.M.; HEAMAN L.; FUCK R.A.; MARINI O.J. **U-Pb zircon geochronology of Precambrian tin-bearing continental-type acid magmatism in central Brazil.** Precambrian Research, 52:321-335. 1991.

PIMENTEL, M. M.; FUCK, R. A. **Neoproterozoic crustal accretion in central Brazil.** Geology, 20:375-379. 1992.

PIMENTEL, M. M.; FUCK, R. A.; GIOIA, S. M. C. L. **Novos dados Sm-Nd e o limite leste do Arco Magmático no Sudoeste de Goiás.** In: Congresso Brasileiro de Geologia, 40, Belo Horizonte. Anais SBG, p.39. 1998.

PIMENTEL, M. M.; FUCK, R. A.; GIOIA, S. M. C. L. **The neoproterozoic Goiás Magmatic Arc, Central Brazil: a review and new Sm-Nd isotopic data.** Revista Brasileira de Geociências, n.30, p.35-39. 2000.

PIMENTEL, M. M.; JOST, H.; FUCK, R. A. **O embasamento da Faixa Brasília e o arco Magmático de Goiás.** In: Mantesso-Neto, V. *et al.* Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da obra de Fernando Flávio Marques. São Paulo: Beca, p.355-370. 2004.

PINHEIRO, B.L.S.; MOURA, C.A.V.; GORAYEB, P.S.S. **Proveniência das rochas metassedimentares do Cinturão Araguaia com base em datações Pb-Pb em zircão e idades-modelo Sm-Nd.** Revista Brasileira de Geociências 41, 304-318. 2011.

PRAXEDES, I. F. **Lineamento transbrasiliano, contribuição aerogeofísica, tectônica e geocronológica no setor nordeste da faixa Brasília.** 2015. xviii, 104 f., il. Dissertação (Mestrado em Geociências) Universidade de Brasília, Brasília. 2015.

RAMOS, J.R. de A.; BARBOSA, R.A. **Geologia e petrografia da região de Porto Nacional e Miracema do Norte, Rio Tocantins.** In: SIMP. SOBRE A BIOTA AMAZÔNICA, 1, Belém, 1967. Atlas. Belém, CNPq, p. 387-401. 1967.



REES, W.G. **Physical principles of remote sensing**, 1 edition, Cambridge Univ Pr. 247pp. 1990.

RIBEIRO, P. S. E.; ALVES, C. L. **Geologia e recursos minerais da região de Palmas** - Folhas Miracema do Norte SC.22-X-D, Porto Nacional SC.22-Z-B e Santa Teresinha SC.22-Z-A, escala 1:250.000. 484p. Programa Geologia do Brasil (PGB). Goiânia: CPRM. 2017.

RIBEIRO, P. S. E.; ALVES, C. L. **Geologia e recursos minerais da região de Palmas** - Folhas Miracema do Norte SC.22-X-D, Porto Nacional SC.22-Z-B e Santa Teresinha SC.22-Z-A, escala 1:250.000. 484p. Programa Geologia do Brasil (PGB). Goiânia: CPRM, p 25-28. 2017.

SÁ JÚNIOR, A. de. **Aplicação da classificação de Köppen para o zoneamento climático do estado de Minas Gerais**. 2009. 101 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola/Engenharia de Água e Solo)–Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2009.

SABOIA, A.M. **O vulcanismo em Monte do Carmo e litoestratigrafia do grupo Natividade, estado de Tocantins**. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, 71. 2009.

SACHETT, C. R.; LAFON, J. M.; KOTSCHOUBEY, B. **Geocronologia Pb-Pb e Rb-Sr das rochas ígneas e dos veios auríferos da Região de Monte do Carmo (TO): Novos Resultados**. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 39, Anais, Salvador, p. 264-267. 1996.

SACHETT, C.R. **Geologia, geoquímica isotópica e aspectos metalogenéticos das rochas ígneas e mineralizações auríferas associadas, Região de Monte do Carmo-TO**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará, p. 92. 1996.

SANTOS, A. R. **S237a ArcGIS 9.3 total: aplicações para dados**. ES. CAUFES: 184 p. 2010.

SCHOBENHAUS, C. F. **Carta geológica do Brasil ao milionésimo**. Folha Tocantins (SC.22). DNPM, Brasília, p. 56. 1975.

SCHOBENHAUS, C., & CAMPOS, D. D. A. **Geologia do Brasil**. DNPM. 1984.

SEPLAN - Secretaria de Planejamento e Orçamento do Governo do Estado do Tocantins. **Atlas do estado do Tocantins**. 2012. Disponível em: < <http://www.sefaz.to.gov.br/zoneamento/atlas-do-tocantins/> >. Acesso em: 07 Jun. 2018.

SEPLAN - Secretaria de Planejamento e Orçamento do Governo do Estado do Tocantins. Mapas estado do Tocantins. Disponível em: <





<https://seplan.to.gov.br/zoneamento/mapas/estado-do-tocantins/> >. Acesso em: 13 jun. 2018.

SOARES, J. E. P. **Estudos de refração sísmica profunda, função do receptor e gravimeria na Província Tocantins, Brasil central.** 2005.

STRIEDER, A.J.; GOTTARDO, E.; CUNHA, F.S.S.; BINOTTO, R.B.; MESQUITA, M.J.M. **O Significado Tectônico dos Lineamentos Transbrasilianos no Processo Colisional Neoproterozóico da Província Estrutural do Tocantins.** In: Congresso Brasileiro de Geologia, 38, Resumo. Balneário Camboriú, SC, Brasil. v. 1. p. 267-269. 1994.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and water balance.** Centerton: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology, 311p. 1957.

USGS - Science for a Changing World. Earth Explorer. Disponível em: < <https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 12 Jun. 2018.

USGS – United States Geological Survey. Department of the Interior. Landsat Collection 1 Level 1 Product Definition. 2017. Disponível em: < https://landsat.usgs.gov/sites/default/files/documents/LSDS-1656_Landsat_Level-1_Product_Collection_Definition.pdf >. Acesso em: 14 Jun. 2018.

VAZ, P. T. et al. **Bacia do Parnaíba.** Boletim de Geociências da Petrobras, Rio de Janeiro, v.15, n.2, p.253-263. 2007.



ANEXOS

Anexo 1 – Tabela de dados geoquímicos do Projeto Monte do Carmo.



Ponto	Área/ Autor	Litologia	Unidade	Plots	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	FeO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	TiO ₂	SiO ₂	PF
TF18_I_115	I	Tonalito	Suíte Aliança	Grt CPN	15,20	0,99	0,30	0,92	5,05	4,12	0,03	0,03	0,11	72,47	0,77
TF18_I_1	I	Sieno-Granito	Suíte Lajeado - Granito Matança	Grt CPN	14,43	2,68	1,04	2,66	3,44	4,46	0,05	0,19	0,66	69,73	0,68
TF18_I_18	I	Granulito	Complexo Porto Nacional (Ortoderivado)	Embasamento Proterozóico Ortoderivado	14,29	10,07	5,53	10,04	1,70	0,14	0,24	0,14	1,04	56,55	0,27
TF18_I_17	I	Granulito	Complexo Porto Nacional (Paraderivado)	Embasamento Proterozóico Paraderivado	14,54	7,23	4,02	10,47	0,35	0,08	0,18	0,41	3,45	59,18	0,10
TF18_I_78	I	Gondito	Complexo Porto Nacional (Paraderivado)	Gonditos	7,50	1,45	0,67	2,13	0,03	0,12	7,38	0,03	0,28	67,72	12,69
TF18_II_1	II	Granito com bandejamento ígneo	Granito intrusivo na Formação Morro do Aquiles	Grt Pré a sintectônicos na Fm. M.A	13,62	0,50	0,50	1,02	3,60	4,50	0,04	0,10	0,22	74,50	1,41
TF18_II_146	II	Gnaiss granítico	Formação Morro do Aquiles	Embasamento Proterozóico Paraderivado	14,76	0,38	0,75	1,42	3,20	3,18	0,04	0,11	0,33	73,58	2,25
TF18_II_83	II	Ultramáfica	Formação Morro do Aquiles (Ultramáfica)	Embasamento Proterozóico Ortoderivado	5,00	2,85	23,18	11,55	0,11	0,09	0,21	0,06	0,26	48,36	8,32
TF18_II_82	II	Gondito	Formação Morro do Aquiles	Gonditos	10,92	4,20	1,50	2,53	0,01	0,08	10,76	0,08	0,28	58,54	11,08
TF18_II_I_88	III	Granulito	Complexo Porto Nacional (Ortoderivado)	Embasamento Proterozóico Ortoderivado	15,20	4,37	1,78	3,56	3,30	0,71	0,07	0,12	0,60	69,86	0,45
TF18_II_I_131	III	Paragneisse grafitoso	Complexo Porto Nacional (Paraderivado)	Embasamento Proterozóico Paraderivado	12,95	1,43	2,39	3,62	1,97	3,07	0,07	0,06	0,35	73,48	0,61



Ponto	Área/ Autor	Litologia	Unidade	Plots	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	FeO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	TiO ₂	SiO ₂	PF
TF18_II I_145	III	tonalito	Complexo Porto Nacional (Ortoderivado)	Embasamento Proterozóico Ortoderivado	16,95	2,93	0,67	1,10	5,94	1,74	0,02	0,04	0,19	69,99	0,42
TF18_II I_117	III	vulcanica?	Dique	Dique	15,07	7,63	7,29	9,87	2,53	0,33	0,20	0,15	1,50	51,16	4,26
TF18_II I_53	III	crosta	Laterito	Laterito	16,50	0,04	0,04	28,30	0,02	0,10	0,02	0,13	0,70	39,54	14,60
TF18_I V_50a	IV	Tonalito	Suite Ipueiras - granito monte do carmo	Suite Plutono-Vulcânica Ipueiras	14,53	1,05	0,45	1,14	5,11	2,46	0,02	0,08	0,22	73,18	1,78
TF18_I V_50b	IV	Dique	Dique	Dique	16,26	6,52	6,04	5,41	3,42	2,98	0,15	0,40	0,78	54,95	3,09
TF18_I V_105	IV	Riolito	Suíte Vulcânica Santa Rosa	Suíte Vulcânica Santa Rosa	18,68	0,03	1,35	10,52	0,12	8,50	0,11	0,03	1,38	55,46	3,81
TF18_ V_17	V	Diorito	Suíte Aliança	Grt CPN	19,12	6,84	2,73	3,51	4,89	1,25	0,08	0,31	1,43	59,48	0,35
TF18_ V_151	V	Granito	Suite Lajeado - Granito Matança	Grt CPN	12,71	2,01	0,51	3,54	3,31	3,99	0,09	0,14	0,56	72,76	0,38
TF18_ V_108	V	Dique de tonalito	Suite Lajeado - Granito Matança	Grt CPN	17,09	2,82	0,77	3,84	4,06	5,16	0,07	0,23	0,63	64,99	0,35
TF18_ V_64q	V	Rocha associada ao paragnaisse Paragnaisse	Complexo Porto Nacional (Paraderivado)	Embasamento Proterozóico Paraderivado	1,50	0,12	0,15	4,54	0,07	0,11	0,00	0,05	0,01	90,90	2,55
TF18_ V_64g	V	Paragnaisse grafitoso saprolitizado	Complexo Porto Nacional (Paraderivado)	Embasamento Proterozóico Paraderivado	2,97	0,01	0,02	2,40	0,06	0,05	0,00	0,04	0,06	91,93	2,45
TF18_ V_79	V	Gondito	Complexo Porto Nacional (Paraderivado)	Gonditos	15,81	2,66	1,47	3,91	0,03	0,17	18,56	0,05	0,22	44,84	12,28



Ponto	Área/ Autor	Litologia	Unidade	Plots	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	FeO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	TiO ₂	SiO ₂	PF
TF18_ V_65	V	Gondito	Complexo Porto Nacional (Paraderivado)	Gonditos	16,33	4,29	2,37	3,52	-	-	16,63	0,09	0,44	53,87	2,45
TF18_ VI_154	VI	Granito milonitizado	Granito Santana, intrusivo no Morro do Aquiles	Grt Pré a sintectônicos na Fm. M.A	12,09	0,53	0,28	2,16	2,66	4,98	0,07	0,11	0,36	76,75	
TF18_ VI_156	VI	Xisto milonitizado	Formação Morro do Aquiles	Embasamento Proterozóico Paraderivado	20,55	0,01	1,15	4,90	0,85	7,50	0,23	0,05	1,58	57,72	5,46
TF18_ VII_66b	VII	Granito	Granito Torre	Grt Pré a sintectônicos na Fm. M.A	15,08	0,31	0,35	1,17	3,40	5,16	0,02	0,07	0,23	72,80	1,41
TF18_ VII_14	VII	Vulcânica máfica	Unidade Metavulcanosedimentar Indiferenciada	Unidade Metavulcanosedimentar Indiferenciada	14,92	10,59	7,18	8,33	2,50	0,04	0,19	0,13	1,35	51,93	2,85
TF18_ VII_146	VII	Ígnea plutônica	Suíte Manduca	Grt Pré a sintectônicos na Fm. M.A	13,68	1,91	0,88	3,11	3,61	2,72	0,09	0,32	0,89	71,72	1,08
TF18_ VII_85	VII	Xisto	Formação Morro do Aquiles	Embasamento Proterozóico Paraderivado	11,99	0,65	0,27	1,16	2,25	2,27	0,04	0,15	0,28	79,21	1,74
TF18_ VIII_20	VIII	Ultramáfica	Complexo Porto Nacional (Ortoderivado)	Embasamento Proterozóico Ortoderivado	14,29	11,81	8,27	9,51	1,98	0,52	0,21	0,08	0,86	51,94	0,53
TF18_ VIII_59	VIII	Vulcânica máfica	Unidade Metavulcanosedimentar Indiferenciada	Unidade Metavulcanosedimentar Indiferenciada	13,19	9,17	6,09	10,09	3,41	0,39	0,23	0,13	1,30	53,34	2,64
TF18_ VIII_75	VIII	Máfica	Complexo Porto Nacional (Ortoderivado)	Embasamento Proterozóico Ortoderivado	14,07	7,09	4,79	7,49	2,23	0,40	0,19	0,62	1,69	60,73	0,70
TF18_ VIII_18	VIII	Crosta	Laterito	Laterito	16,65	0,03	0,09	28,46	0,02	0,32	0,03	0,19	0,79	40,98	12,44
TF18_ VIII_65	VIII	Crosta	Laterito	Laterito	22,52	0,02	0,05	43,52	0,03	0,18	0,14	0,51	1,07	18,20	13,76



Ponto	Área/ Autor	Litologia	Unidade	Plots	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	FeO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	TiO ₂	SiO ₂	PF
TF18_ VIII_9	VIII	Crosta	Laterito	Laterito	13,19	0,01	0,02	15,45	0,02	0,10	0,09	0,20	0,59	60,89	9,45
TF18_ VIII_68	VIII	Gondito	Complexo Porto Nacional (Paraderivado)	Gonditos	14,81	2,64	1,43	6,30	0,03	0,18	15,07	0,13	0,13	49,24	10,03
TF18_ XI_18a	XI	Ultramáfica?	Intrusão MUM Monte do Carmo	Intrusão MUM Monte do Carmo	6,05	20,05	15,21	7,11	0,76	0,25	0,20	0,05	0,48	48,30	1,51
TF18_I X_10	IX	Granito saussuritizado	Suíte Ipueiras - granito monte do carmo	Suíte Plutono-Vulcânica Ipueiras	15,85	3,50	1,48	2,97	4,47	4,22	0,08	0,16	0,51	65,21	1,55
TF18_I X_3	IX	Vulcânica máfica/intermediária	Suíte Vulcânica Santa Rosa	Suíte Vulcânica Santa Rosa	15,04	9,19	4,79	9,93	3,60	1,27	0,20	0,27	1,94	51,18	2,60
TF18_I X_20	IX		Morro da mata (Carreira Comprida)	Morro da mata (Carreira Comprida)	14,00	2,92	0,69	2,79	4,27	1,92	0,10	0,07	0,37	72,50	0,37
TF18_ XI_5	XI		Suíte Lageado - Granito Aroeiras	Grt CPN	21,82	9,79	1,93	6,55	3,21	0,37	0,20	0,12	1,98	51,89	2,13
TF18_ X_15	X	anortosito	Morro da mata (Carreira Comprida)	Morro da mata (Carreira Comprida)	21,12	8,86	0,55	3,84	2,91	0,70	0,08	0,38	1,20	59,09	1,27
TF18_ X_12	X	Tonalito	Suíte Lageado - Granito Aroeiras	Grt CPN	11,84	0,43	0,06	0,99	3,35	3,51	0,02	0,01	0,11	78,78	0,89
TF18_ X_156	X	Granito	Complexo Porto Nacional (Paraderivado)	Embasamento Proterozóico Paraderivado	11,92	0,40	0,03	0,54	3,14	3,28	0,02	0,52	0,03	79,78	0,36
TF18_ X_27	X	Gabro-anortosito	Laterito	Laterito	3,97	0,06	0,04	35,99	0,02	0,08	0,05	0,58	0,49	51,71	7,02
TF18_ X_149	X	Paragneisse grafitoso	Complexo Porto Nacional (Paraderivado)	Embasamento Proterozóico Paraderivado	17,61	0,01	0,33	0,99	0,54	4,60	0,02	0,01	0,49	66,21	9,18



Ponto	Área/ Autor	Litologia	Unidade	Plots	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	FeO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	TiO ₂	SiO ₂	PF
TF18_ X_140	X	Anortosito alterado	DEIXAR FORA- PODE SER PN /Anort/ Suite Alinanca	NÃO SERÁ PLOTADA	11,28	7,81	2,65	16,85	1,91	0,48	0,42	1,75	3,64	45,20	8,01
TF18_ X_89	X	Gondito	Formação Morro do Aquiles	Gonditos	13,09	1,17	0,69	7,04	0,05	0,14	10,97	0,05	0,14	48,82	17,84
TF18_ XI_40	XI	Crosta	Laterito	Laterito	5,37	0,01	0,09	58,74	0,01	0,11	0,04	0,91	0,21	21,65	12,86
TF18_ XI_24	XI	Crosta	Laterito	Laterito	14,33	0,03	0,03	34,17	0,11	0,26	0,05	0,45	0,87	39,84	9,86
TF18_ XI_121	XI	Crosta	Laterito	Laterito	14,82	0,03	0,08	28,53	0,05	0,60	0,03	0,26	0,68	44,45	10,47
TF18_ XI_110	XI	Gondito	Complexo Porto Nacional (Paraderivado)	Gonditos	10,58	3,82	1,38	2,85	0,04	0,22	8,47	0,09	0,24	64,98	7,32
TF18_ XII_80	XII	Milonito ortoderivado	Possivelmente calcissilicática do carreira comprida	NÃO SERÁ PLOTADA	13,70	4,54	1,10	2,24	3,06	2,20	0,08	0,07	0,29	70,30	2,43
TF18_ XII_78	XII	Gabro-diorito	Morro da mata (Carreira Comprida)	Morro da mata (Carreira Comprida)	13,32	8,50	3,20	7,93	3,06	1,31	0,18	0,13	1,34	59,25	1,77
TF18_ XII_31	XII	Granito milonito	Suíte Manduca	Grt Pré a sintectônicos na Fm. M.A	15,00	0,47	0,40	0,90	3,45	5,15	0,03	0,04	0,20	71,94	2,43
TF18_ XII_141	XII	Granito Porfirítico	Suíte Manduca	Grt Pré a sintectônicos na Fm. M.A	14,16	1,38	0,15	1,54	3,34	6,00	0,05	0,07	0,27	72,26	0,80
TF18_ XII_139 a	XII	Xisto grafitoso	Formação Morro do Aquiles	Embasamento Proterozóico Paraderivado	16,96	0,25	1,50	3,45	0,85	1,85	0,02	0,06	0,54	70,18	4,33



Ponto	Área/ Autor	Litologia	Unidade	Plots	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	FeO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	TiO ₂	SiO ₂	PF
TF18_ XII_139 b	XII	Xisto grafitoso	Formação Morro do Aquiles	Embasamento Proterozóico Paraderivado	11,27	0,38	2,00	1,63	1,35	2,35	0,00	0,03	0,28	74,39	6,32
TF18_ XIII_54	XIII	Anfibolito verde	Unidade Metavulcanosedimentar Indiferenciada	Unidade Metavulcanosedimentar Indiferenciada	11,35	5,45	5,76	10,06	2,97	1,10	0,20	0,73	2,64	57,21	2,51
TF18_ XIII_58	XIII	Dique sulfetado	Dique	Dique	12,68	6,43	5,11	8,41	3,42	0,99	0,17	0,46	2,36	55,40	4,58
TF18_ XIII_6	XIII	Calcissilicática?	Suite Ipueiras - granito monte do carmo	Suite Plutono-Vulcânica Ipueiras	14,76	3,33	1,35	2,92	4,06	2,73	0,09	0,27	0,45	67,88	2,17
TF18_ XIII_10 9	XIII	Dique de outra família	Dique	Dique	12,43	8,90	6,14	8,50	2,14	0,52	0,17	0,11	1,05	56,92	3,11
TF18_ XIII_14 5	XIII	anfibolito preto	Dique	Dique	17,52	12,36	6,61	10,20	2,50	0,36	0,20	0,14	1,58	47,29	1,24
TF18_ XIV_11 8	XIV	Granito	Suite Ipueiras - granito monte do carmo	Suite Plutono-Vulcânica Ipueiras	13,25	0,13	0,04	1,01	3,05	6,02	0,01	0,01	0,06	75,34	1,08
TF18_ XIV_88	XIV	Ardósia	Intrusão MUM - Grupo 2	Intrusão MUM Monte do Carmo	18,92	8,90	3,64	5,42	3,63	2,23	0,18	0,14	0,99	53,45	2,49
TF18_ XIV_69	XIV	Granito hidrotermalizado	Suite Ipueiras - granito monte do carmo	Suite Plutono-Vulcânica Ipueiras	19,51	1,15	0,25	2,64	4,81	7,30	0,05	0,22	0,24	62,40	1,44
TF18_ XIV_39	XIV	milonito	Intrusão MUM - Grupo 2	Intrusão MUM Monte do Carmo	24,04	0,50	0,10	15,06	3,54	1,35	0,01	0,18	1,91	49,04	4,25



Ponto	Área/ Autor	Litologia	Unidade	Plots	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	FeO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	TiO ₂	SiO ₂	PF
TF18_ XIV_22	XIV	metased/Metav ulc	Xenólito na Suíte Ipueiras (?)	Embasamento Proterozóico Paraderivado	19,37	0,02	1,85	6,85	0,06	7,95	0,22	0,06	2,33	57,07	4,22
TF18_ XV_3a	XV	granito lajeado	Suíte Lajeado	Grt CPN	14,85	2,35	0,80	2,29	4,60	3,95	0,08	0,14	0,49	69,64	0,82
TF18_ XV_10 7	XV	biotito alcali Granito	Suíte Lajeado	Grt CPN	16,34	1,11	0,20	2,49	4,84	5,82	0,12	0,03	0,28	68,25	0,50
TF18_ XV_40	XV	anortosito	Morro da mata (Carreira Comprida)	Morro da mata (Carreira Comprida)	20,37	7,70	2,71	6,07	2,54	0,13	0,20	0,06	0,28	57,58	2,35
TF18_ XV_17 0	XV	gondito	Complexo Porto Nacional (Paraderivado)	Gonditos	7,68	0,12	0,07	1,07	0,04	0,29	9,33	0,02	0,22	59,83	21,33
TF18_ XVI_56	XVI	biotita granito	Suíte Ipueiras - granito monte do carro	Suíte Plutono- Vulcânica Ipueiras	12,68	0,51	0,05	0,77	4,01	4,95	0,03	0,02	0,10	75,80	1,08
TF18_ XVI_12 2	XVI	granito	Suíte Ipueiras - granito monte do carro	Suíte Plutono- Vulcânica Ipueiras	12,34	0,82	0,07	1,38	4,50	4,20	0,04	0,02	0,17	75,99	0,46
TF18_ XVI_32	XVI	crosta	Laterito	Laterito	7,66	0,01	0,01	18,64	0,01	0,10	0,02	0,18	0,60	63,56	9,21
TF18_ XVI_35	XVI	crosta	Laterito	Laterito	9,60	0,01	0,04	18,93	0,01	0,20	0,01	0,13	0,69	61,13	9,25
TF18_ XVI_90	XVI	biotita granito	Suíte Ipueiras - granito monte do carro	Suíte Plutono- Vulcânica Ipueiras	12,60	0,84	0,08	1,50	4,75	3,99	0,04	0,02	0,20	75,63	0,35
TF18_ XVI_	XVI	vulcanica acida	Suíte Plutono- Vulcânica Ipueiras - Vulcânica	Suíte Plutono- Vulcânica Ipueiras	12,09	0,42	0,02	1,30	4,73	4,13	0,04	0,01	0,17	76,94	0,15



Ponto	Área/ Autor	Litologia	Unidade	Plots	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	FeO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	TiO ₂	SiO ₂	PF
XVI_12 6															
TF18_ XVII_1 63	XVII	conglomerado	Fm. Monte do Carmo - paraderivada	Fm. Monte do Carmo - paraderivada	13,33	1,85	0,90	2,04	5,81	1,95	0,06	0,12	0,42	72,49	1,04
TF18_ XVII_6 0	XVII	riolito	Fm. Monte do Carmo - paraderivada	Fm. Monte do Carmo - paraderivada	14,54	1,35	2,11	3,98	2,82	3,08	0,09	0,23	0,73	67,74	3,34
TF18_ XVII_1 49a	XVII	Vulcânica	Fm. Monte do Carmo -ortoderivada	Fm. Monte do Carmo -ortoderivada	14,11	2,95	1,20	2,74	2,60	3,10	0,06	0,13	0,61	68,41	4,08
TF18_ XVII_3 7	XVII	Vulcânica intermediária/m áfica	Fm. Monte do Carmo -ortoderivada	Fm. Monte do Carmo -ortoderivada	13,27	7,63	1,15	5,17	4,51	0,40	0,10	0,50	1,69	64,31	1,27
TF18_ XVII_1 58	XVII	Vulcânica ácida	Fm. Monte do Carmo -ortoderivada	Fm. Monte do Carmo -ortoderivada	14,45	1,25	1,80	3,56	6,77	2,00	0,06	0,20	0,64	67,30	1,96
TF18_ XVII_2 9b	XVII	crosta	Laterito	Laterito	12,80	0,02	0,03	24,98	0,03	0,23	0,02	0,37	0,51	47,96	13,05
TF18_ XVII_2 9	XVII	crosta	Laterito	Laterito	12,97	0,01	0,04	25,21	0,03	0,27	0,01	0,35	0,51	47,55	13,05
TF18_ XVIII_1 18	XVIII	Tonalito	Suite Plutono- Vulcânica Ipueiras	Suite Plutono- Vulcânica Ipueiras	15,64	3,90	1,20	2,23	5,01	2,39	0,06	0,16	0,57	65,55	3,29
TF18_ XVIII_1 18	XVIII	Gnaiss granítico	Suite Plutono- Vulcânica Ipueiras	Suite Plutono- Vulcânica Ipueiras	13,59	1,72	0,25	1,98	4,19	3,80	0,09	0,06	0,28	72,97	1,07





Ponto	Área/ Autor	Litologia	Unidade	Plots	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	FeO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	TiO ₂	SiO ₂	PF
XVIII_5 8															
TF18_ XIX_11 0	XIX	Granito rapakivi	Suite Plutono- Vulcânica Ipueiras	Suite Plutono- Vulcânica Ipueiras	12,17	0,91	0,12	1,44	3,26	5,15	0,06	0,03	0,23	75,72	0,90
TF18_ XIX_13 1	XIX	Riolito	Suite Plutono- Vulcânica Ipueiras	Suite Plutono- Vulcânica Ipueiras	19,73	0,65	0,07	1,03	6,91	7,20	0,03	0,01	0,13	63,51	0,73
TF18_ XIX_7	XIX	schilieren	Suite Plutono- Vulcânica Ipueiras	Suite Plutono- Vulcânica Ipueiras	13,72	0,81	0,07	1,84	4,20	5,75	0,06	0,03	0,23	72,85	0,43
TF18_ XIX_7	XIX	granito	Suite Plutono- Vulcânica Ipueiras	Suite Plutono- Vulcânica Ipueiras	13,00	0,95	0,06	1,69	4,20	6,42	0,05	0,02	0,19	72,93	0,48
TF18_ XIX_9	XIX	microgabro	Intrusão MUM - Grupo 2	Intrusão MUM Monte do Carmo	15,31	8,44	6,78	8,30	1,64	0,88	0,16	0,35	1,70	53,74	2,69
PS- 303	CPRM		Complexo Porto Nacional (Paraderivado)	Embasamento Proterozóico Paraderivado	15,36	8,30	6,80	9,79	1,75	1,03	0,50	0,20	0,93	56,89	0,44
PS- 308	CPRM		Complexo Porto Nacional (Paraderivado)	Embasamento Proterozóico Paraderivado	12,54	6,45	12,22	8,79	0,53	1,08	0,16	0,10	0,45	53,69	0,26
PS- 295	CPRM		Complexo Porto Nacional (Paraderivado)	Embasamento Proterozóico Paraderivado	13,39	2,44	0,82	7,75	2,28	3,66	0,10	0,26	0,97	65,50	0,05
PS- 309	CPRM		Complexo Porto Nacional (Paraderivado)	Embasamento Proterozóico Paraderivado	16,01	3,50	1,97	5,49	3,61	1,93	0,08	0,25	0,74	64,55	0,01
PS- 189	CPRM		Complexo Porto Nacional (Paraderivado)	Embasamento Proterozóico Paraderivado	13,70	2,60	2,48	5,41	2,37	1,16	0,17	0,06	0,54	71,10	0,11



Ponto	Área/ Autor	Litologia	Unidade	Plots	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	FeO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	TiO ₂	SiO ₂	PF
PS-301	CPRM		Complexo Porto Nacional (Paraderivado)	Embasamento Proterozóico Paraderivado	15,86	2,11	2,33	4,60	2,50	1,69	0,10	0,05	0,33	67,21	0,55
PS-304	CPRM		Complexo Porto Nacional (Paraderivado)	Embasamento Proterozóico Paraderivado	13,52	2,05	2,23	4,60	2,44	2,66	0,09	0,06	0,50	71,69	0,48
PAL-1	CPRM	Palmas	Granito Palmas	Grt CPN	14,20	1,90	0,17	3,98	3,42	5,41	0,10	0,10	0,40	69,13	0,30
PAL-2	CPRM	Palmas	Granito Palmas	Grt CPN	14,43	2,04	0,13	4,33	3,50	5,50	0,10	0,07	0,41	68,01	0,50
PAL-3	CPRM	Palmas	Granito Palmas	Grt CPN	14,70	2,00	0,12	4,08	3,56	5,60	0,10	0,07	0,40	68,30	0,20
PAL-4A	CPRM	Palmas	Granito Palmas	Grt CPN	15,90	3,13	1,23	5,63	4,02	5,21	0,12	0,40	1,10	61,70	0,30
PAL-4B	CPRM	Palmas	Granito Palmas	Grt CPN	15,82	2,15	0,90	4,97	3,80	6,32	0,10	0,24	0,90	63,15	0,50
PAL-5	CPRM	Palmas	Granito Palmas	Grt CPN	16,54	2,60	0,16	4,58	4,00	5,90	0,10	0,10	0,44	64,30	0,30
PAL-6A	CPRM	Palmas	Granito Palmas	Grt CPN	14,42	1,80	0,63	3,29	3,30	5,34	0,07	0,16	0,51	69,12	0,60
PAL-6B	CPRM	Palmas	Granito Palmas	Grt CPN	12,26	0,80	0,06	1,71	2,80	5,40	0,04	0,01	0,12	76,40	0,10
PAL-6C	CPRM	Palmas	Granito Palmas	Grt CPN	14,74	1,91	0,80	3,64	3,44	5,40	0,10	0,20	0,62	68,14	0,20
MAT-1	CPRM	Matança	Suite Lajeado - Granito Matança	Grt CPN	12,30	1,10	0,11	1,84	2,32	5,62	0,02	0,03	0,20	75,70	0,40
MAT-2	CPRM	Matança	Suite Lajeado - Granito Matança	Grt CPN	14,00	2,02	0,51	3,24	2,86	4,92	0,04	0,14	0,42	70,92	0,40
99/CL-2	CPRM	Matança	Suite Lajeado - Granito Matança	Grt CPN	15,40	2,50	0,86	2,62	3,50	4,00	0,04	0,13	0,43	69,60	0,40
99/CL-3A	CPRM	Lajeado	Suite Lajeado	Grt CPN	12,90	1,20	0,18	1,75	2,70	5,20	0,03	0,04	0,16	75,22	0,40
99/CL-3B	CPRM	Lajeado	Suite Lajeado	Grt CPN	14,80	2,62	0,71	6,02	3,20	4,90	0,11	0,24	0,76	65,30	0,40
99/CL-4	CPRM	Lajeado	Suite Lajeado	Grt CPN	12,90	0,60	0,14	1,84	3,10	5,37	0,03	0,03	0,15	75,20	0,40



Ponto	Área/ Autor	Litologia	Unidade	Plots	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	FeO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	TiO ₂	SiO ₂	PF
99/CL-5	CPRM	Lajeado	Suíte Lajeado	Grt CPN	14,90	2,90	1,20	3,75	2,80	3,83	0,04	0,25	0,67	68,80	0,40
99/CL-8	CPRM	Lajeado	Suíte Lajeado	Grt CPN	13,31	2,14	0,35	3,71	2,90	4,40	0,06	0,13	0,46	71,52	0,40
HL-681	CPRM	Monzogranito	Aliança	Grt CPN	15,75	2,94	1,54	3,30	3,62	4,24	0,17	0,07	0,03	69,00	0,80
AS-311	CPRM	Monzogranito	Aliança	Grt CPN	15,57	1,58	2,69	5,77	1,98	3,57	0,73	0,04	0,10	68,61	1,34
PS-1021	CPRM	Monzogranito	Aliança	Grt CPN	14,17	2,27	1,79	4,94	2,80	3,50	0,59	0,02	0,07	71,79	0,37
HL-331	CPRM	Monzogranito	Aliança	Grt CPN	14,33	1,98	1,51	3,86	2,27	3,29	0,61	0,14	0,07	71,01	1,30
HL-252	CPRM	Monzogranito	Aliança	Grt CPN	14,23	1,46	1,91	5,03	1,31	2,87	0,76	0,16	0,08	67,72	3,90
AF-1011	CPRM	Granodiorito	Aliança	Grt CPN	14,40	3,80	2,26	4,76	2,01	2,06	0,72	0,20	0,10	67,94	0,70
HL-31A2	CPRM	Granodiorito	Aliança	Grt CPN	15,18	3,83	2,68	5,94	2,24	2,71	0,81	0,18	0,11	64,53	1,00
HL-321	CPRM	Granodiorito	Aliança	Grt CPN	14,04	2,98	1,98	4,67	2,28	2,14	0,70	0,17	0,08	69,17	1,00
AF-342	CPRM	Granodiorito	Aliança	Grt CPN	16,08	2,87	2,35	5,53	2,15	3,96	0,77	0,20	0,09	63,67	1,50
PS-1553	CPRM	Granodiorito	Aliança	Grt CPN	15,81	1,86	1,38	4,84	3,51	3,26	0,54	0,13	0,07	66,41	0,13
PS-1542	CPRM	Tonalito	Aliança	Grt CPN	15,32	3,92	1,79	4,65	3,63	1,51	0,67	0,17	0,08	67,58	0,50
LL-981	CPRM	Qtz monzonito	Aliança	Grt CPN	16,05	1,45	1,72	2,67	5,17	4,44	0,48	0,15	0,11	67,12	0,70
LL-993	CPRM	Qtz monzonito	Aliança	Grt CPN	16,82	2,21	1,00	3,23	4,94	3,87	0,50	0,18	0,10	66,37	0,80
PS-1593	CPRM	Qtz monzonito	Aliança	Grt CPN	15,57	5,65	2,99	7,82	3,62	2,22	1,74	0,98	0,11	56,35	0,20
PS-1602	CPRM	Qtz monzonito	Aliança	Grt CPN	15,00	6,44	3,80	6,68	3,98	2,98	0,89	0,27	0,12	57,25	0,22



Ponto	Área/ Autor	Litologia	Unidade	Plots	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	FeO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	TiO ₂	SiO ₂	PF
PN-3	CPRM		CPN-orto	Embasamento Proterozóico Ortoderivado	9,44	8,77	14,64	10,96	1,11	1,39	1,02	0,14	0,48	47,72	0,16
PN-43	CPRM		CPN-orto	Embasamento Proterozóico Ortoderivado	4,81	7,93	20,21	8,95	0,74	0,15	0,51	0,15	0,50	52,48	1,62
PN-2A	CPRM		CPN-orto	Embasamento Proterozóico Ortoderivado	15,22	12,46	6,70	10,13	2,40	0,69	0,97	0,12	0,18	49,46	0,28
PN-18	CPRM		CPN-orto	Embasamento Proterozóico Ortoderivado	16,22	11,07	6,52	9,63	3,07	0,47	0,97	0,13	0,37	49,63	0,34
PN-39A	CPRM		CPN-orto	Embasamento Proterozóico Ortoderivado	14,88	12,57	7,04	9,90	1,92	0,19	0,88	0,11	0,92	49,40	0,34
PN-46	CPRM		CPN-orto	Embasamento Proterozóico Ortoderivado	14,04	12,67	6,90	10,12	2,30	0,33	0,90	0,14	0,97	49,68	0,16
PN-8.1	CPRM		CPN-orto	Embasamento Proterozóico Ortoderivado	17,18	8,25	2,90	8,33	4,09	0,46	1,53	0,44	0,13	55,01	0,32
PN-21	CPRM		CPN-orto	Embasamento Proterozóico Ortoderivado	16,89	9,46	4,63	11,95	1,43	0,13	1,87	0,63	0,21	52,20	0,24
PN-22B	CPRM		CPN-orto	Embasamento Proterozóico Ortoderivado	17,33	9,71	5,72	9,86	2,75	0,67	1,97	0,70	0,13	50,30	0,18
PN-37	CPRM		CPN-orto	Embasamento Proterozóico Ortoderivado	16,35	7,24	5,18	7,90	2,66	1,40	1,34	0,84	0,14	55,46	0,28
PN-32A	CPRM		CPN-orto	Embasamento Proterozóico Ortoderivado	14,74	7,19	9,20	7,43	1,54	1,68	0,69	0,11	0,15	56,06	0,44
PN-10	CPRM		CPN-orto	Embasamento Proterozóico Ortoderivado	16,52	8,66	6,80	8,11	3,21	0,43	0,85	0,21	0,15	53,38	0,20



Ponto	Área/ Autor	Litologia	Unidade	Plots	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	FeO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	TiO ₂	SiO ₂	PF
PN-8.2	CPRM		CPN-orto	Embasamento Proterozóico Ortoderivado	17,07	5,37	1,60	4,24	3,73	0,62	0,51	0,16	0,09	66,05	0,26
PN-9A1	CPRM		CPN-orto	Embasamento Proterozóico Ortoderivado	16,20	5,22	1,92	4,38	4,15	0,87	0,77	0,33	0,07	65,02	0,38
PN-9A	CPRM		CPN-orto	Embasamento Proterozóico Ortoderivado	17,13	4,93	2,13	3,44	4,81	1,25	0,68	0,19	0,08	64,51	0,30
S1	Saboia		Granito do Carmo	Suite Plutono- Vulcânica Ipueiras	15,20	2,98	1,21	3,00	3,71	3,33	0,43	0,14	0,06	68,10	1,30
JM-1	Jéssica Maia		Granito do Carmo	Suite Plutono- Vulcânica Ipueiras	12,49	0,11	0,07	0,49	3,22	5,62	0,10	0,01	0,02	76,71	1,00
JM-2	Jéssica Maia		Granito do Carmo	Suite Plutono- Vulcânica Ipueiras	12,03	0,23	0,12	0,85	3,37	5,13	0,10	0,01	0,03	76,20	1,60
JM-3	Jéssica Maia		Granito do Carmo	Suite Plutono- Vulcânica Ipueiras	11,82	0,22	0,12	0,36	3,49	4,80	0,10	0,02	0,01	77,37	1,50
JM-4	Jéssica Maia		Granito do Carmo	Suite Plutono- Vulcânica Ipueiras	12,14	0,17	0,12	0,57	3,50	4,86	0,12	0,02	0,01	76,93	1,30
JM-5	Jéssica Maia		Granito do Carmo	Suite Plutono- Vulcânica Ipueiras	12,64	0,17	0,15	0,68	3,48	4,66	0,12	0,01	0,02	76,40	1,40
C1	Chaves et al		Gr. Ipueiras	Suite Plutono- Vulcânica Ipueiras	13,40	1,80	0,34	0,99	3,30	4,80	0,40	0,10	0,10	70,20	0,30
C2	Chaves et al		Gr. Ipueiras	Suite Plutono- Vulcânica Ipueiras	13,40	1,20	0,43	1,29	2,90	4,60	0,43	0,10	0,10	71,60	0,26
C3	Chaves et al		Gr. Ipueiras	Suite Plutono- Vulcânica Ipueiras	12,70	0,78	0,17	1,08	3,90	3,50	0,17	0,01	0,05	75,90	0,10
C4	Chaves et al		Gr. Ipueiras	Suite Plutono- Vulcânica Ipueiras	13,30	1,10	0,24	0,93	3,20	5,20	0,22	0,05	0,07	73,60	0,02
C5	Chaves et al		Gr. Areias	Suite Plutono- Vulcânica Ipueiras	12,90	1,20	0,21	1,08	3,80	3,90	0,15	0,04	0,05	73,80	0,70
C6	Chaves et al		Gr. Areias	Suite Plutono- Vulcânica Ipueiras	12,40	0,43	0,20	0,19	3,20	5,00	0,07	0,01	0,04	77,00	0,20
C7	Chaves et al		Gr. Itália	Suite Plutono- Vulcânica Ipueiras	13,00	0,50	0,25	0,72	3,10	4,60	0,17	0,01	0,03	75,50	0,53



Ponto	Área/ Autor	Litologia	Unidade	Plots	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	FeO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	TiO ₂	SiO ₂	PF
C8	Chaves et al		Gr. Itália	Suíte Plutono- Vulcânica Ipueiras	11,20	0,17	0,14	0,85	2,70	4,40	0,10	0,04	0,03	79,40	0,22
C9	Chaves et al		Gr. Do Carmo	Suíte Plutono- Vulcânica Ipueiras	13,20	1,20	0,20	0,72	3,60	5,10	0,23	0,04	0,10	72,50	0,35
AS-01	Ribeiro e Alves (2017)	Alcali-basalto	Formação Monte do Carmo - ortoderivada	Fm. Monte do Carmo -ortoderivada	17,38	6,68	5,02	10,03	3,98	2,18	2,27	0,63	0,18	49,27	2,60
AS-03	Ribeiro e Alves (2017)	Alcali-basalto	Formação Monte do Carmo - ortoderivada	Fm. Monte do Carmo -ortoderivada	12,24	5,40	3,73	15,34	3,42	1,74	3,30	0,75	0,13	48,38	1,51
PS- 217	Ribeiro e Alves (2017)	Alcali-basalto	Formação Monte do Carmo - ortoderivada	Fm. Monte do Carmo -ortoderivada	13,61	7,38	5,08	16,07	4,27	1,26	3,29	0,82	0,19	48,39	1,51
PS- 224	Ribeiro e Alves (2017)	Andesito	Formação Monte do Carmo - ortoderivada	Fm. Monte do Carmo -ortoderivada	14,40	5,39	3,62	8,86	6,03	0,72	1,68	0,60	0,15	56,35	2,07
PS- 228	Ribeiro e Alves (2017)	Alcali-basalto	Formação Monte do Carmo - ortoderivada	Fm. Monte do Carmo -ortoderivada	17,34	7,31	4,76	10,06	3,35	1,45	2,06	0,65	0,27	49,03	2,85
AS- 013	Ribeiro e Alves (2017)	Basalto	Formação Monte do Carmo - ortoderivada	Fm. Monte do Carmo -ortoderivada	9,90	6,38	20,17	9,00	1,16	0,24	0,49	0,18	0,16	46,64	5,55
PS- 236	Ribeiro e Alves (2017)	Basalto	Formação Monte do Carmo - ortoderivada	Fm. Monte do Carmo -ortoderivada	13,77	10,91	7,89	11,73	2,30	1,96	0,95	0,30	0,23	48,35	1,79
PS- 289D	Ribeiro e Alves (2017)	Basalto	Formação Monte do Carmo - ortoderivada	Fm. Monte do Carmo -ortoderivada	12,55	9,89	6,46	13,11	3,13	0,19	1,45	0,01	0,23	48,30	1,63
PS- 289F	Ribeiro e Alves (2017)	Basalto	Formação Monte do Carmo - ortoderivada	Fm. Monte do Carmo -ortoderivada	15,50	9,42	10,84	9,72	1,82	1,37	1,35	0,08	0,19	46,59	2,82
PS- 394A	Ribeiro e Alves (2017)	Diorito	Morro da mata (Carreira Comprida)	Morro da mata (Carreira Comprida)	15,20	9,32	7,44	7,93	2,52	0,99	0,11	0,45	0,15	54,00	1,09



Ponto	Área/ Autor	Litologia	Unidade	Plots	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	FeO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	TiO ₂	SiO ₂	PF
PS-R-188	Ribeiro e Alves (2017)	Diorito	Morro da mata (Carreira Comprida)	Morro da mata (Carreira Comprida)	21,08	9,42	2,62	7,51	3,16	0,06	0,02	0,27	0,19	52,84	1,59
CA-172A	Ribeiro e Alves (2017)	Gabro	Morro da mata (Carreira Comprida)	Morro da mata (Carreira Comprida)	15,00	11,30	6,94	13,04	2,38	0,68	0,20	1,99	0,20	45,30	0,58
CA-249	Ribeiro e Alves (2017)	Gabro	Morro da mata (Carreira Comprida)	Morro da mata (Carreira Comprida)	22,50	10,30	5,00	5,61	2,70	0,37	0,12	0,50	0,09	49,70	1,73
PS-256	Ribeiro e Alves (2017)	Gabro	Morro da mata (Carreira Comprida)	Morro da mata (Carreira Comprida)	17,43	9,59	7,08	8,93	3,87	0,45	0,33	0,97	0,18	50,23	0,80
PS-261	Ribeiro e Alves (2017)	Gabro	Morro da mata (Carreira Comprida)	Morro da mata (Carreira Comprida)	19,61	11,45	6,63	9,24	1,93	0,06	0,15	0,68	0,22	49,57	2,17
PS-262	Ribeiro e Alves (2017)	Gabro	Morro da mata (Carreira Comprida)	Morro da mata (Carreira Comprida)	23,18	9,49	1,32	6,10	4,04	0,44	0,09	1,83	0,17	50,47	1,56
PS-263	Ribeiro e Alves (2017)	Anortosito	Morro da mata (Carreira Comprida)	Morro da mata (Carreira Comprida)	22,94	9,92	1,10	5,27	3,84	0,54	0,24	0,47	0,13	53,87	0,20
PS-398	Ribeiro e Alves (2017)	Álcali gabro	Morro da mata (Carreira Comprida)	Morro da mata (Carreira Comprida)	14,50	7,14	1,99	18,88	3,40	0,70	0,89	2,20	0,31	48,70	0,01
PS-34	Ribeiro e Alves (2017)	Gabro cúmulus	Morro da mata (Carreira Comprida)	Morro da mata (Carreira Comprida)	19,80	17,80	8,88	4,13	0,61	0,01	0,01	0,11	0,08	46,60	0,32
PS-34A	Ribeiro e Alves (2017)	Gabro cúmulus	Morro da mata (Carreira Comprida)	Morro da mata (Carreira Comprida)	23,58	17,14	8,18	3,70	0,65	0,01	0,06	0,10	0,07	46,41	0,61
PS-179	Ribeiro e Alves (2017)	Gabro cúmulus	Morro da mata (Carreira Comprida)	Morro da mata (Carreira Comprida)	13,55	13,03	17,44	7,35	0,39	0,01	0,01	0,13	0,14	45,69	1,63
PS-180	Ribeiro e Alves (2017)	Gabro cúmulus	Morro da mata (Carreira Comprida)	Morro da mata (Carreira Comprida)	6,43	18,99	18,39	7,61	0,30	0,05	0,01	0,21	0,16	49,61	0,82



Ponto	Área/ Autor	Litologia	Unidade	Plots	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	FeO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	TiO ₂	SiO ₂	PF
PS-181	Ribeiro e Alves (2017)	Gabro cúmulus	Morro da mata (Carreira Comprida)	Morro da mata (Carreira Comprida)	17,14	14,63	12,15	5,87	0,75	0,04	0,01	0,19	0,11	45,91	0,83
MC-27-2	Ribeiro e Alves (2017)	Riolito	Suíte Vulcânica Santa Rosa	Suíte Vulcânica Santa Rosa	13,19	0,90	0,31	5,86	4,78	2,65	0,51	0,11	0,07	70,23	0,60
MC-28	Ribeiro e Alves (2017)	Tufo félsico	Suíte Vulcânica Santa Rosa	Suíte Vulcânica Santa Rosa	10,33	0,96	0,20	3,87	3,04	2,86	0,27	0,04	0,06	76,21	1,50
MC-29	Ribeiro e Alves (2017)	Tufo félsico	Suíte Vulcânica Santa Rosa	Suíte Vulcânica Santa Rosa	11,79	0,55	0,08	2,71	3,59	2,45	0,24	0,02	0,02	76,75	1,40
MC-30b	Ribeiro e Alves (2017)	Tufo félsico	Suíte Vulcânica Santa Rosa	Suíte Vulcânica Santa Rosa	14,47	0,96	0,36	2,09	3,95	3,76	0,31	0,06	0,03	72,24	1,40
MC-32	Ribeiro e Alves (2017)	Riolito	Suíte Vulcânica Santa Rosa	Suíte Vulcânica Santa Rosa	11,48	0,70	0,05	1,35	2,55	4,66	0,20	0,01	0,02	77,59	1,10
MC-40	Ribeiro e Alves (2017)	Tufo félsico	Suíte Vulcânica Santa Rosa	Suíte Vulcânica Santa Rosa	13,56	1,32	0,30	2,09	3,59	4,02	0,28	0,06	0,05	73,37	1,00
MC-24	Ribeiro e Alves (2017)	Bt-Hbl granito	Granito do Carmo	Suíte Plutono-Vulcânica Ipueiras	15,20	2,98	1,21	3,00	3,71	3,33	0,43	0,14	0,06	68,10	1,30
MC-08	Ribeiro e Alves (2017)	Gabro	Formação Monte do Carmo	Fm. Monte do Carmo -ortoderivada	13,35	10,10	8,43	11,46	1,79	2,08	0,93	0,27	0,20	47,97	2,00
MC-45	Ribeiro e Alves (2017)	basalto	Formação Monte do Carmo	Fm. Monte do Carmo -ortoderivada	14,99	7,67	5,01	11,18	2,14	3,41	2,66	0,58	0,15	43,39	7,40
MC-46	Ribeiro e Alves (2017)	basalto	Formação Monte do Carmo	Fm. Monte do Carmo -ortoderivada	15,57	6,80	3,93	10,60	3,83	1,91	2,77	0,84	0,13	45,92	6,40
MC-66	Ribeiro e Alves (2017)	Xistos máficos	Formação Monte do Carmo	Fm. Monte do Carmo -ortoderivada	14,88	10,65	6,90	11,94	2,11	0,75	1,05	0,46	0,22	46,52	3,00



Ponto	Área/ Autor	Litologia	Unidade	Plots	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	FeO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	TiO ₂	SiO ₂	PF
MC-67	Ribeiro e Alves (2017)	Xistos máficos	Formação Monte do Carmo	Fm. Monte do Carmo -ortoderivada	18,87	8,70	4,63	7,57	3,17	0,51	0,48	0,20	0,14	51,74	3,10
MC-68	Ribeiro e Alves (2017)	Xistos máficos	Formação Monte do Carmo	Fm. Monte do Carmo -ortoderivada	18,02	5,89	7,51	9,17	3,53	0,04	0,52	0,19	0,15	49,18	4,70
MC-70	Ribeiro e Alves (2017)	Xistos máficos	Formação Monte do Carmo	Fm. Monte do Carmo -ortoderivada	10,92	12,19	11,83	10,15	1,31	0,04	0,90	0,08	0,17	48,20	2,90



Anexo 2 - Dados EDS – Microsonda Área XIV.

TF18-XIV-22

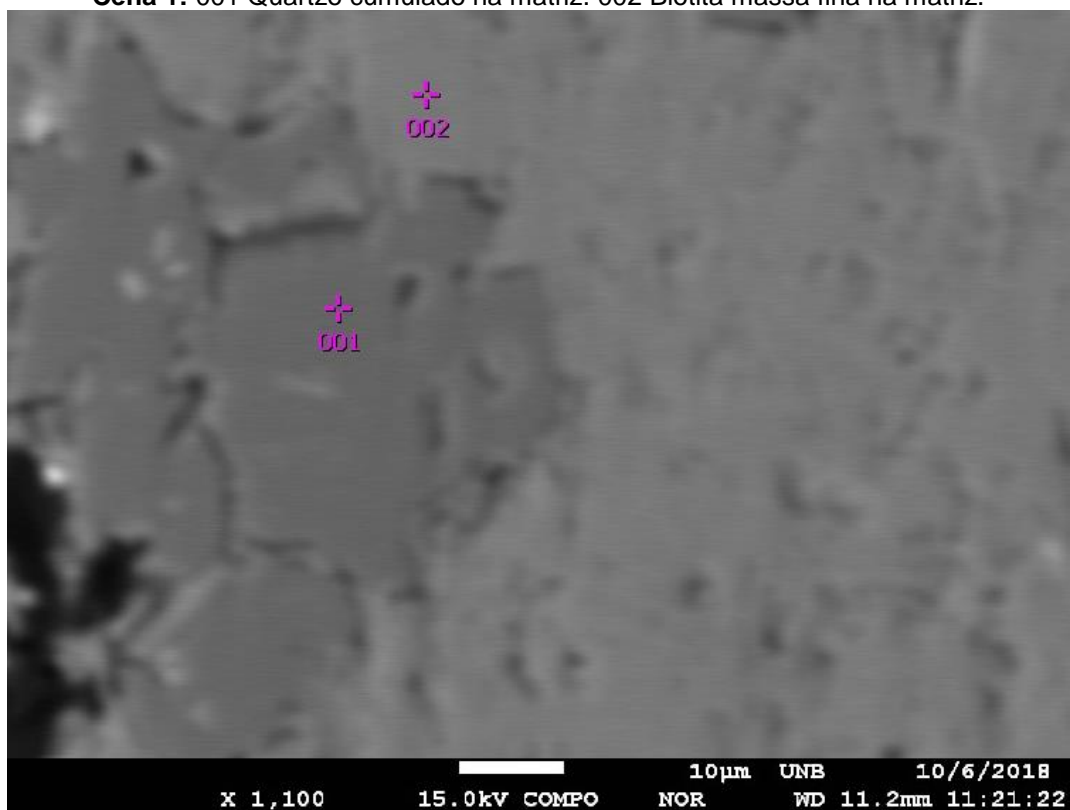
Observações:

- Foram observados também hollandita (óxido de Mn e Ba) e rutilo, mas suas cenas não foram registradas;
- Óxidos de Mn acontecem em ripas, parecem vênulas, e ocorrem em conjunto com biotita;
- Inclusão de bt nos óxidos de Fe euhedrais;
- Óxidos Fe estão muito alterados e a composição varia dentro de um mesmo grão;
- Grande quantidade de fosfato e óxido podem indicar algum outro processo, possivelmente supergênico.
- Monazita incorporando provavelmente terras raras leves.
- Hematita/magnetita ocorrem tanto em vênulas quanto euhedrais.
- Resultados WDS:

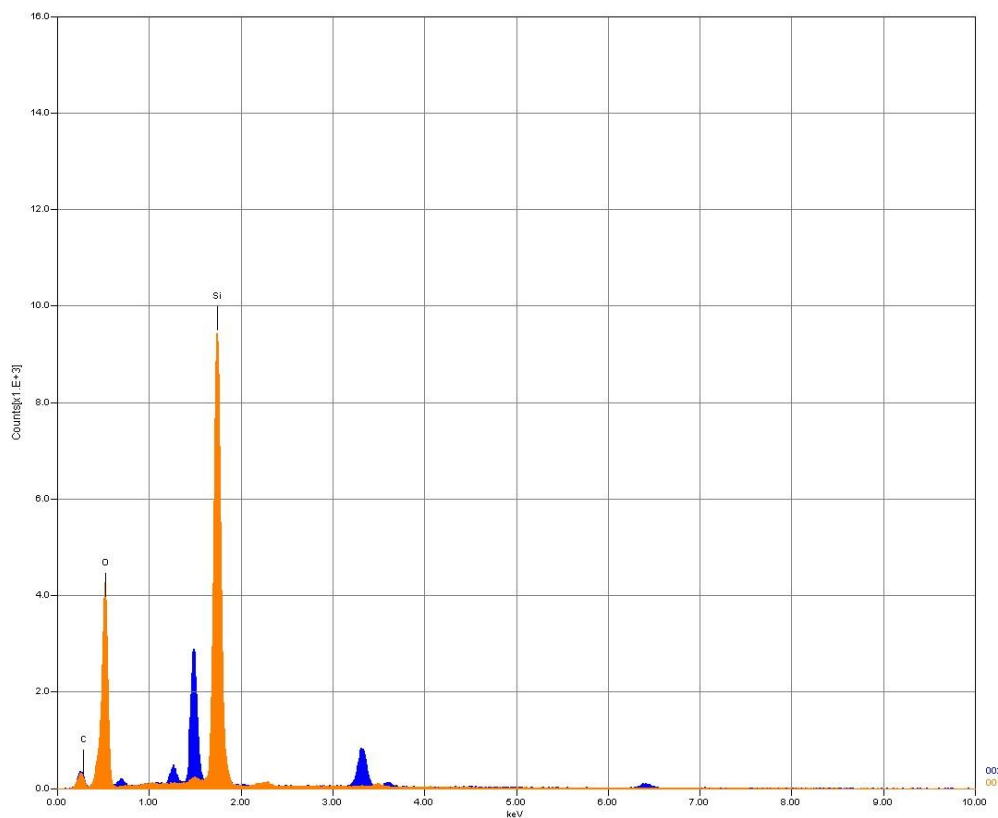
Óxido	%
Na ₂ O	0
MgO	0,248
F	0,117
Al ₂ O ₃	2,019
SiO ₂	4,611
CaO	0,035
K ₂ O	0,618
Cl	0
TiO ₂	0
Cr ₂ O ₃	0
MnO	0,202
NiO	0,127
FeO	66,527
V ₂ O ₃	0,036
Total	74,491



Cena 1: 001 Quartzo cumulado na matriz. 002 Biotita massa fina na matriz.

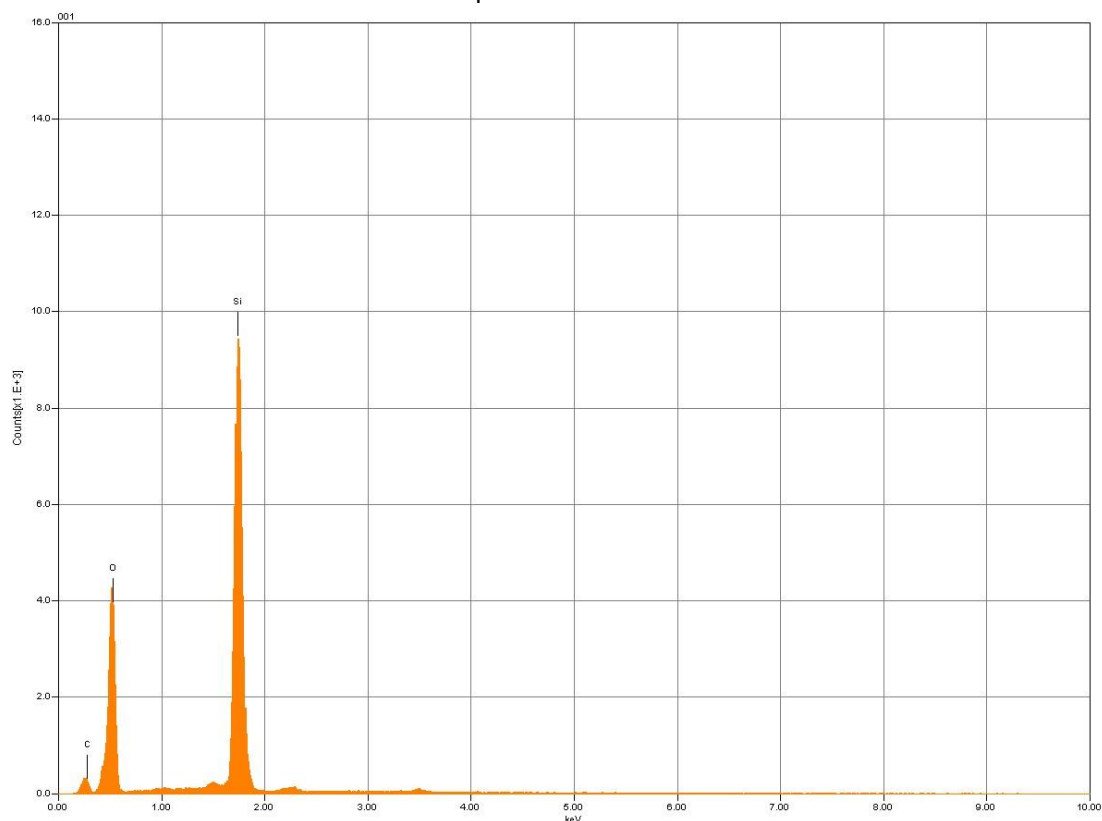


Espectro total cena 1.

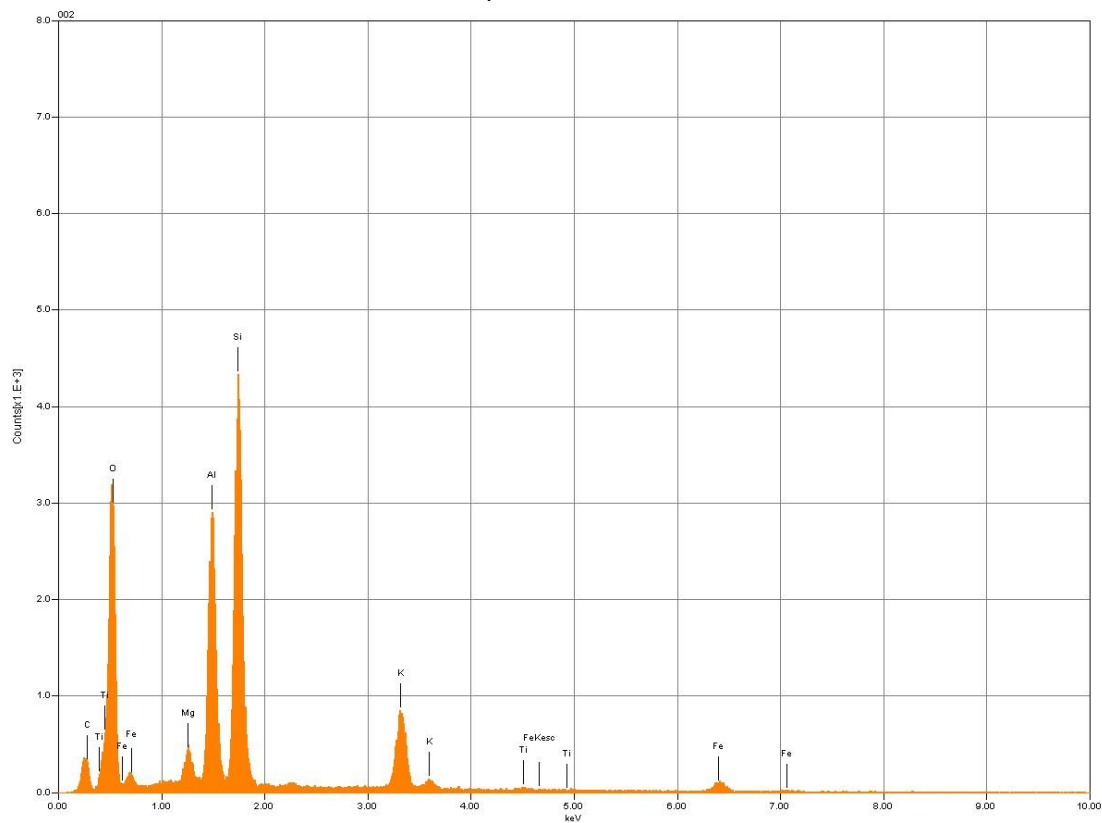




Espectro 001 Quartzo.

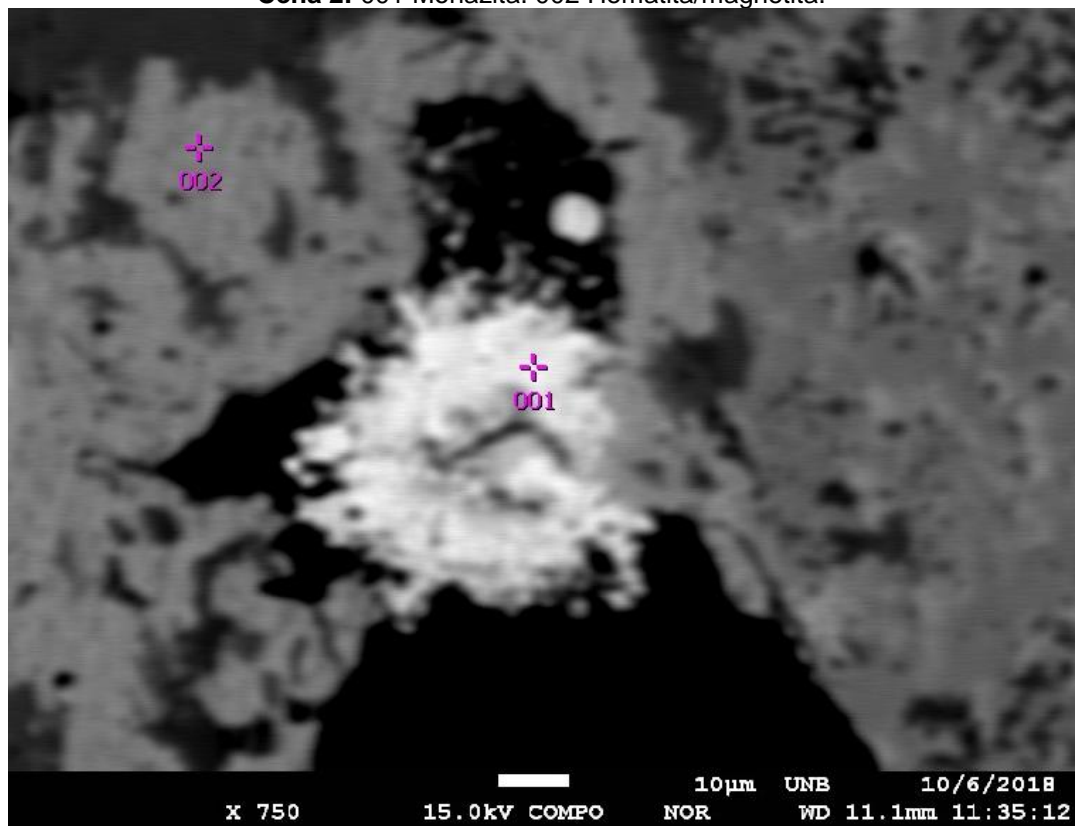


Espectro 002 Biotita.

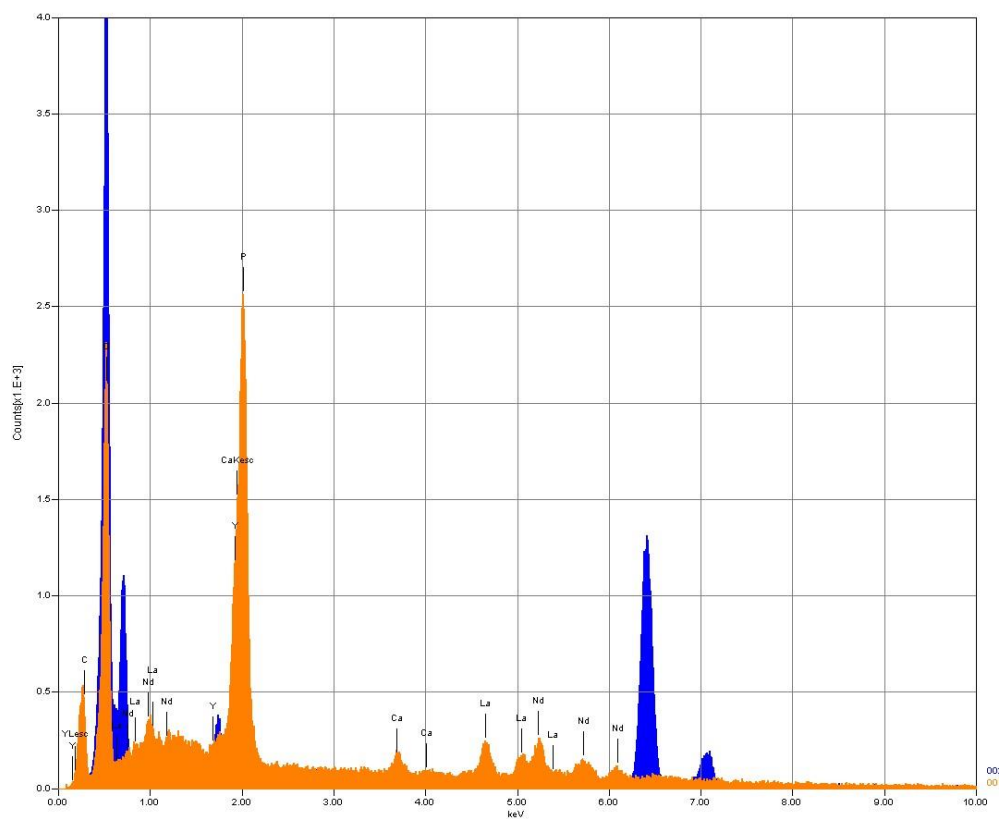




Cena 2: 001 Monazita. 002 Hematita/magnetita.

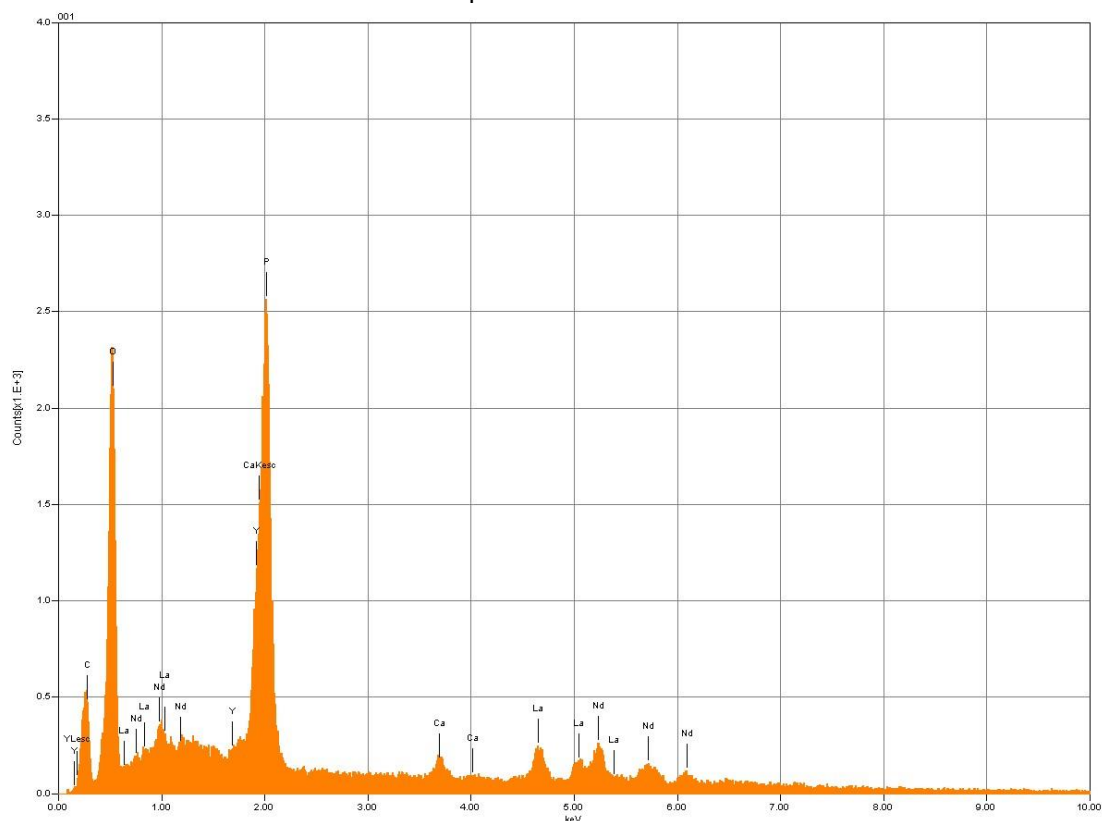


Espectro total cena 2.

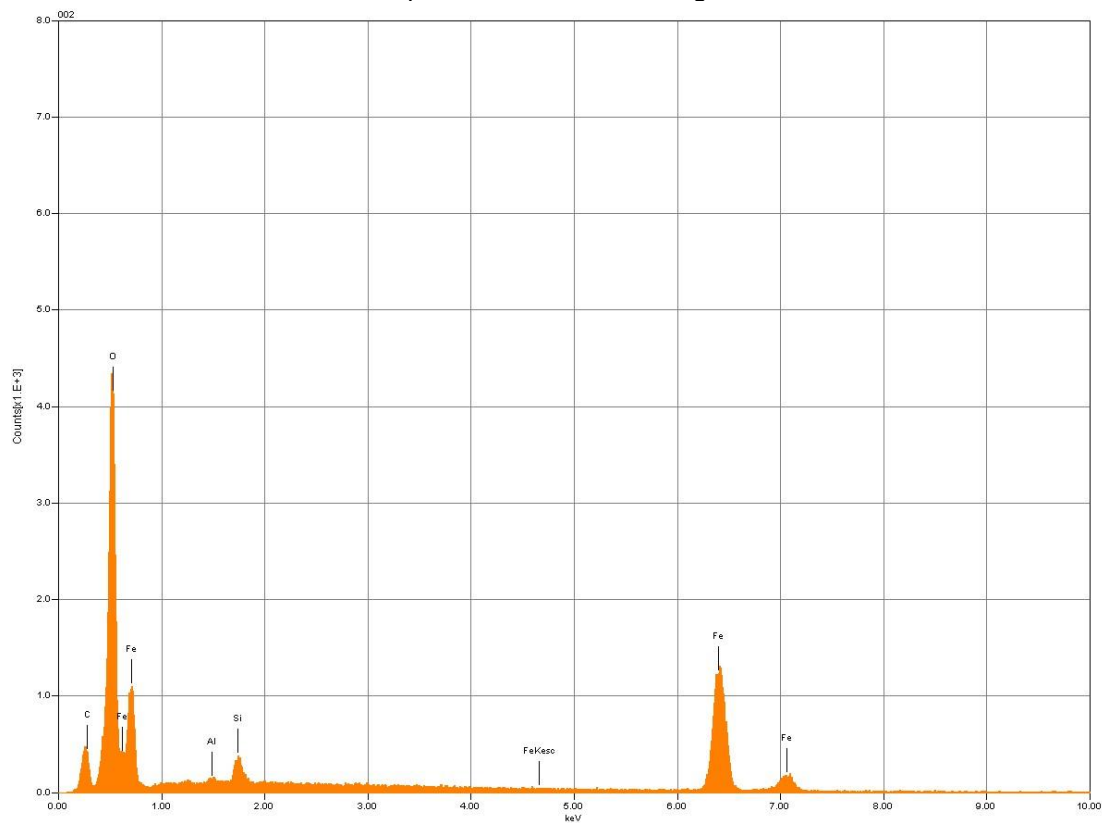




Espectro 001 Monazita.



Espectro 002 Hematita/magnetita.





TF18-XIV-39

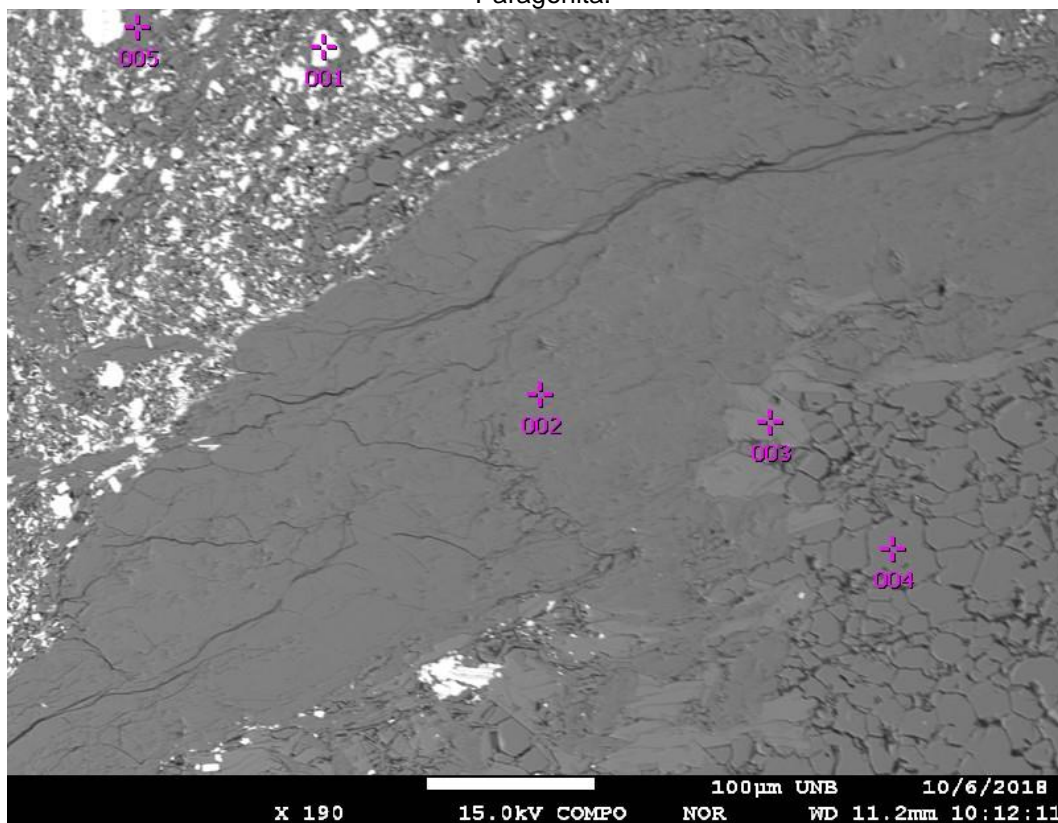
Observações:

- Havia sido levantada uma possibilidade da porção escura de a rocha ser matéria orgânica. Microsonda ajudou a definir que não é matéria orgânica, pois, por ser muito leve, apareceria em cor preta. Minerais pesados, por sua vez, aparecem com cor clara, como é o caso;
- O titânio está baixo para ser ilmenita e alto para ser hematita, que não o incorpora na sua estrutura. Magnetita é a melhor possibilidade se esses fatores forem levados em consideração, porém a rocha não apresenta magnetismo detectável com caneta de imã.
- Outra possibilidade levantada a partir de observação em lâmina delgada é que a rocha tivesse epidoto. Cristais passíveis de comprovarem essa hipótese foram testados e a hipótese foi descartada – muito provavelmente não há epidoto.
- Fluor-apatita (fostato de cálcio, mineral pesado) euhedral ocorre dentro das porções de mica paragonítica.
- Resultados WDS:

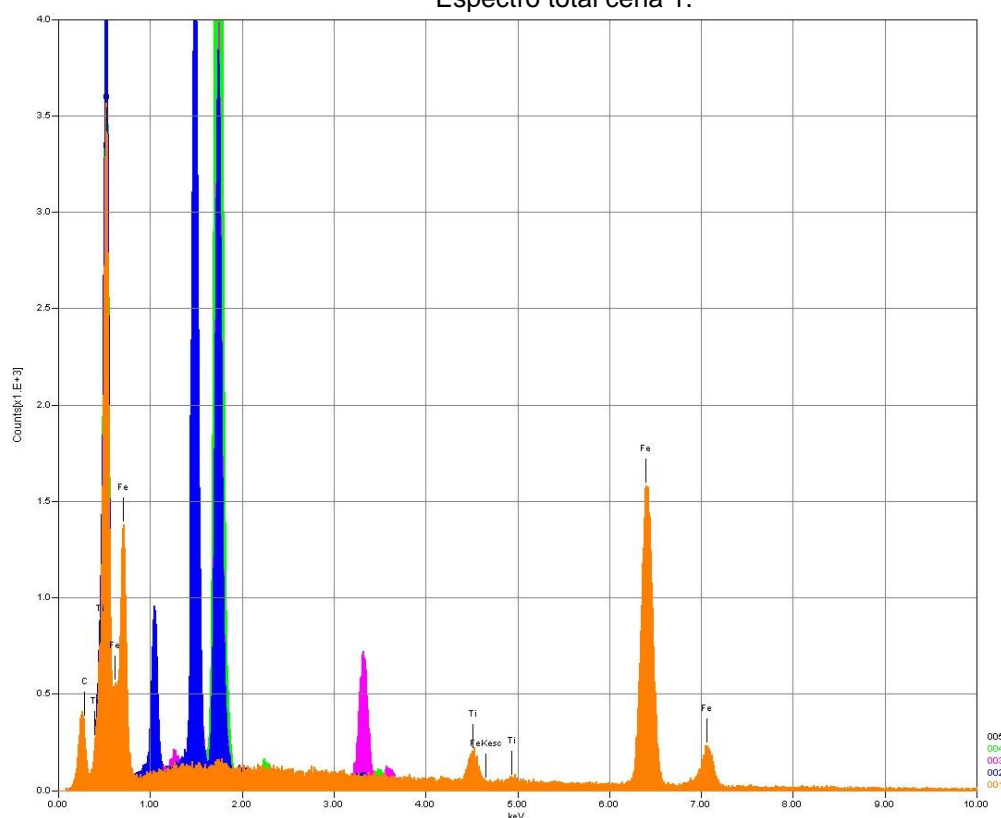
Óxido	%
Na ₂ O	6,3
MgO	0,057
F	0
Al ₂ O ₃	31,623
SiO ₂	42,809
CaO	0,175
K ₂ O	1,207
Cl	0,016
TiO ₂	0
Cr ₂ O ₃	0,035
MnO	0,025
NiO	0,012
FeO	0,622
V ₂ O ₃	0
Total	82,877



Cena 1: 001 Titano-magnetita/hematita. 002 Paragonita – WDS. 003 Mica. 004 Quartzo. 005 Paragonita.

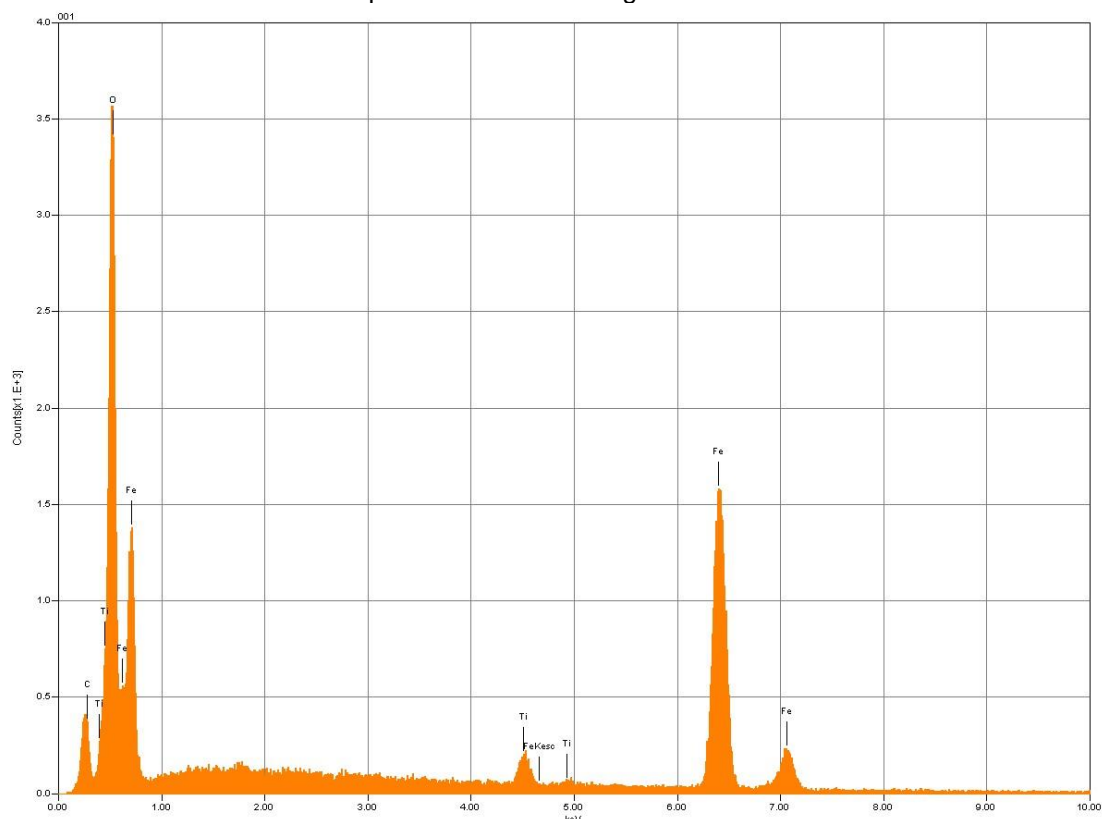


Espectro total cena 1.

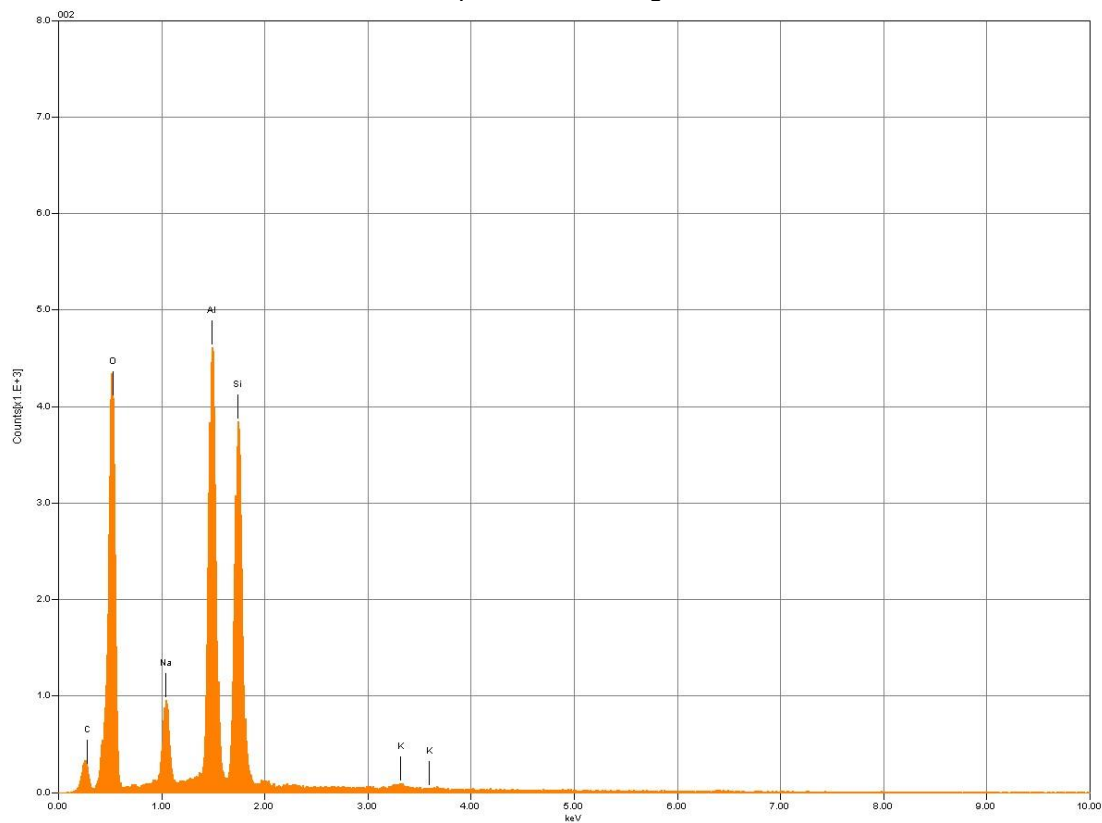




Espectro 001 Titano-magnetita/hematita.

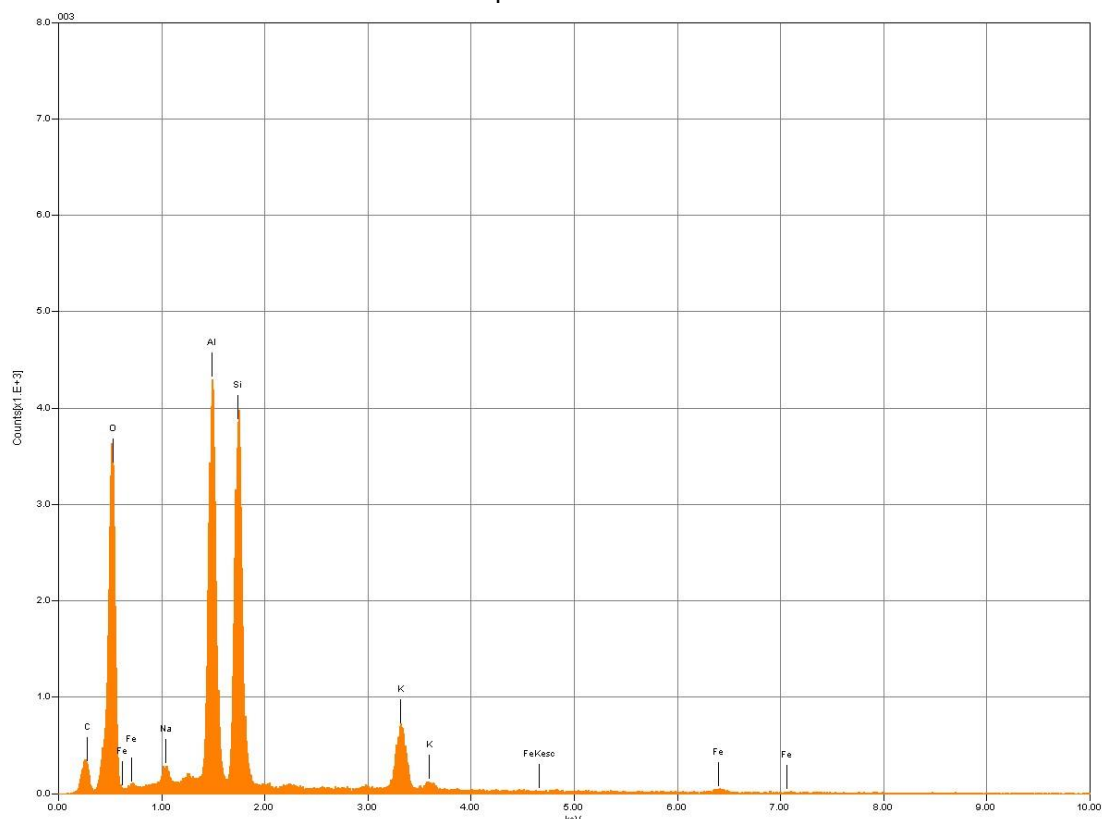


Espectro 002 Paragonita.

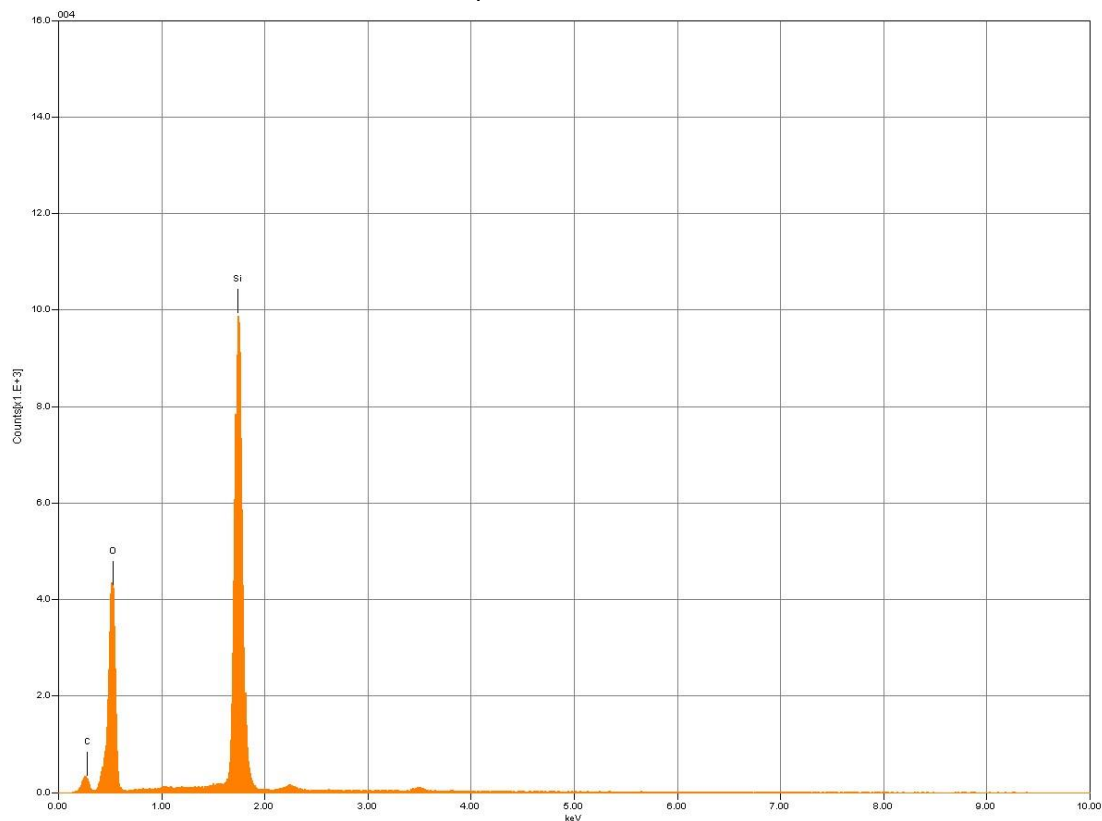




Espectro 003 Mica.

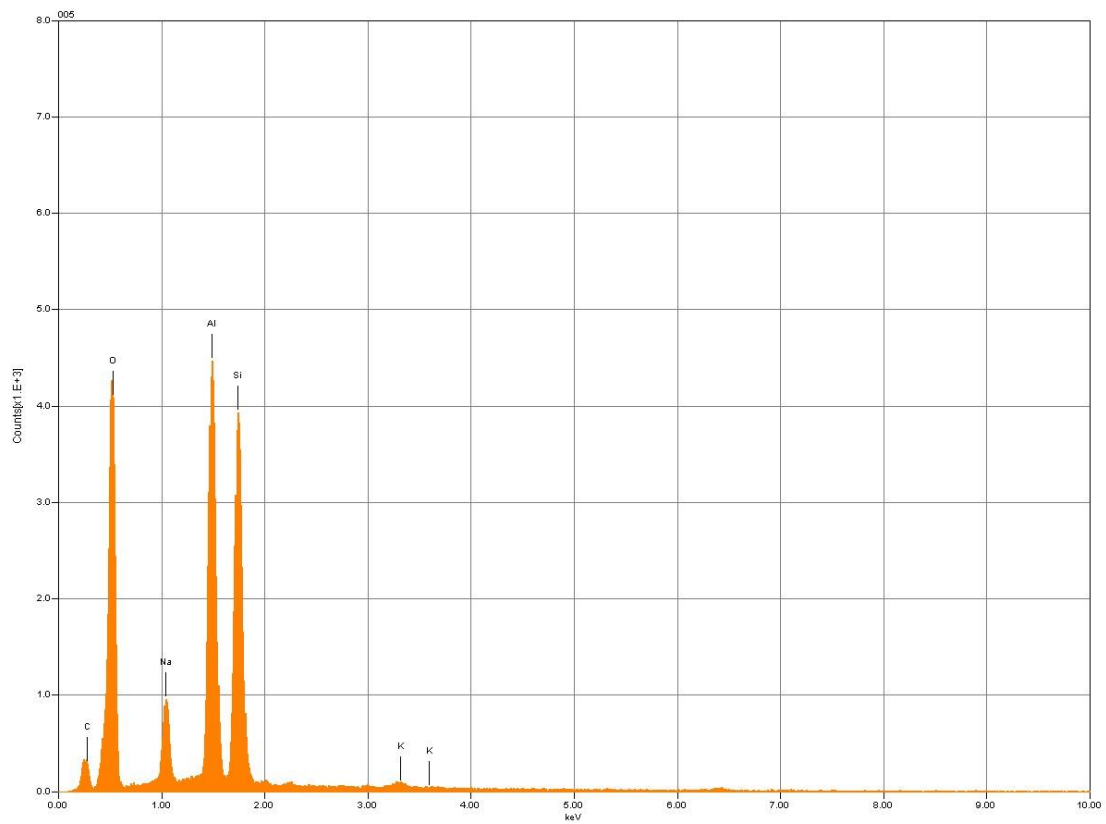


Espectro 004 Quartzo.



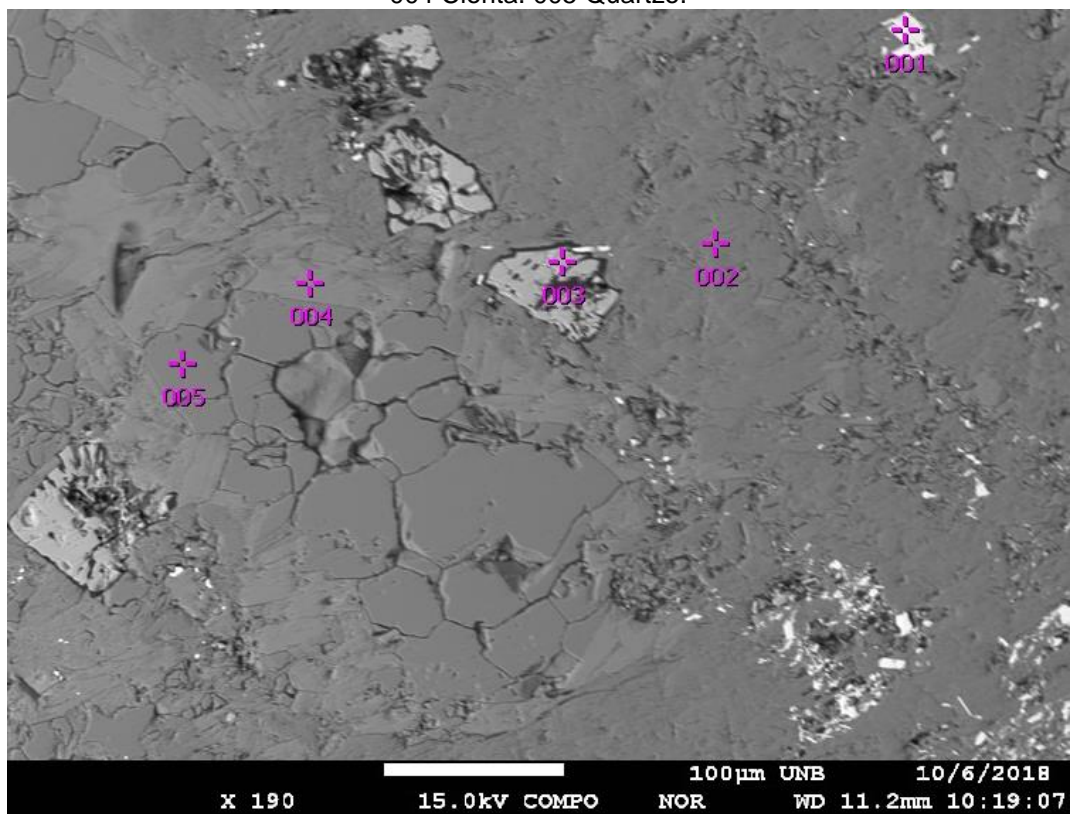


Espectro 005 Paragonita.

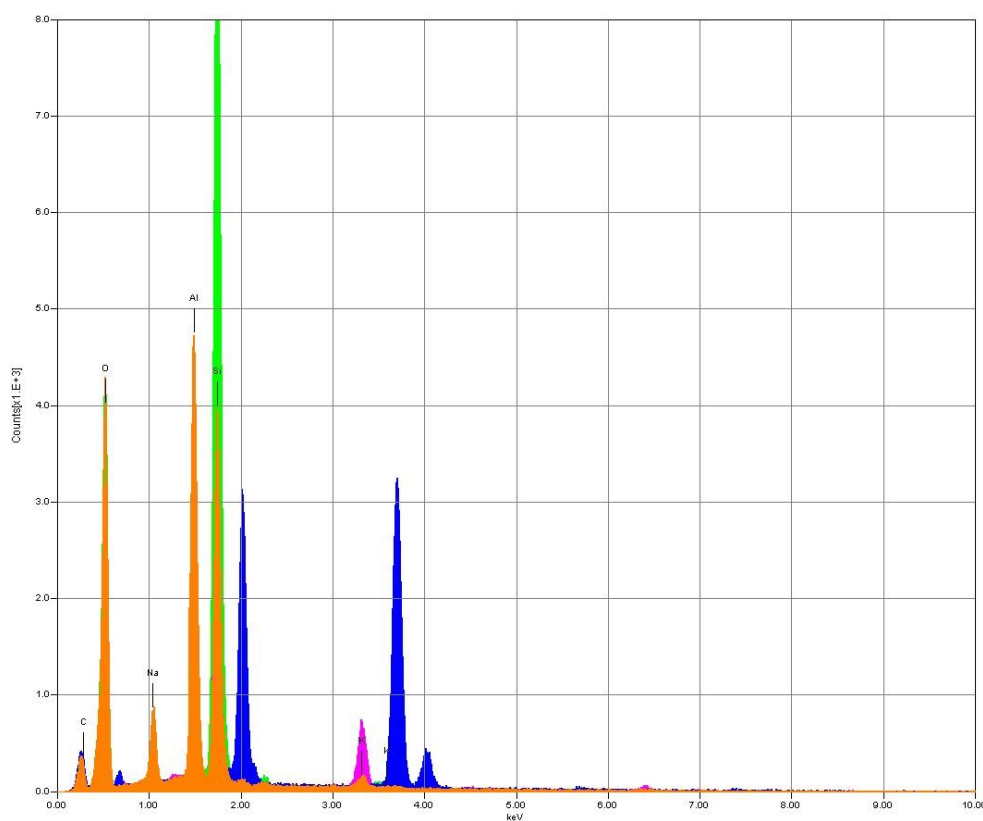




Cena 2: 001 Titano-magnetita/hematita (não tem espectro). 002 Paragonita. 003 Fluor-apatita. 004 Clorita. 005 Quartzo.

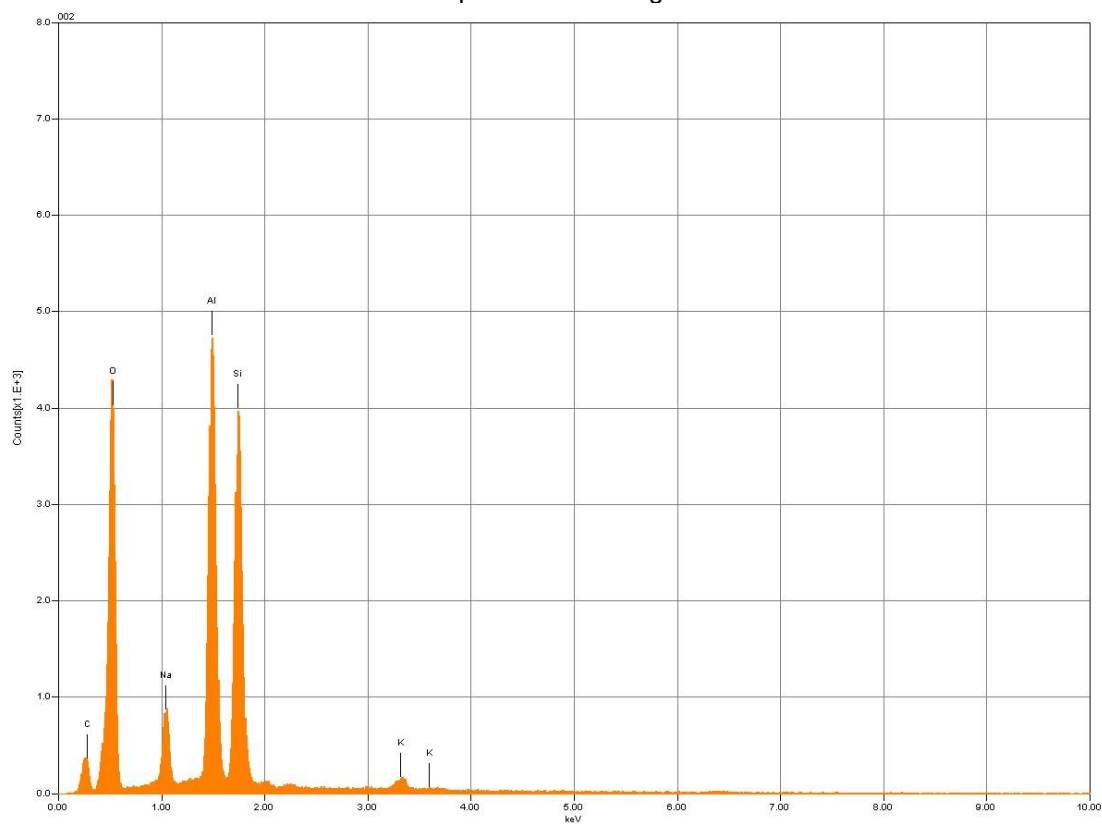


Espectro total cena 3.

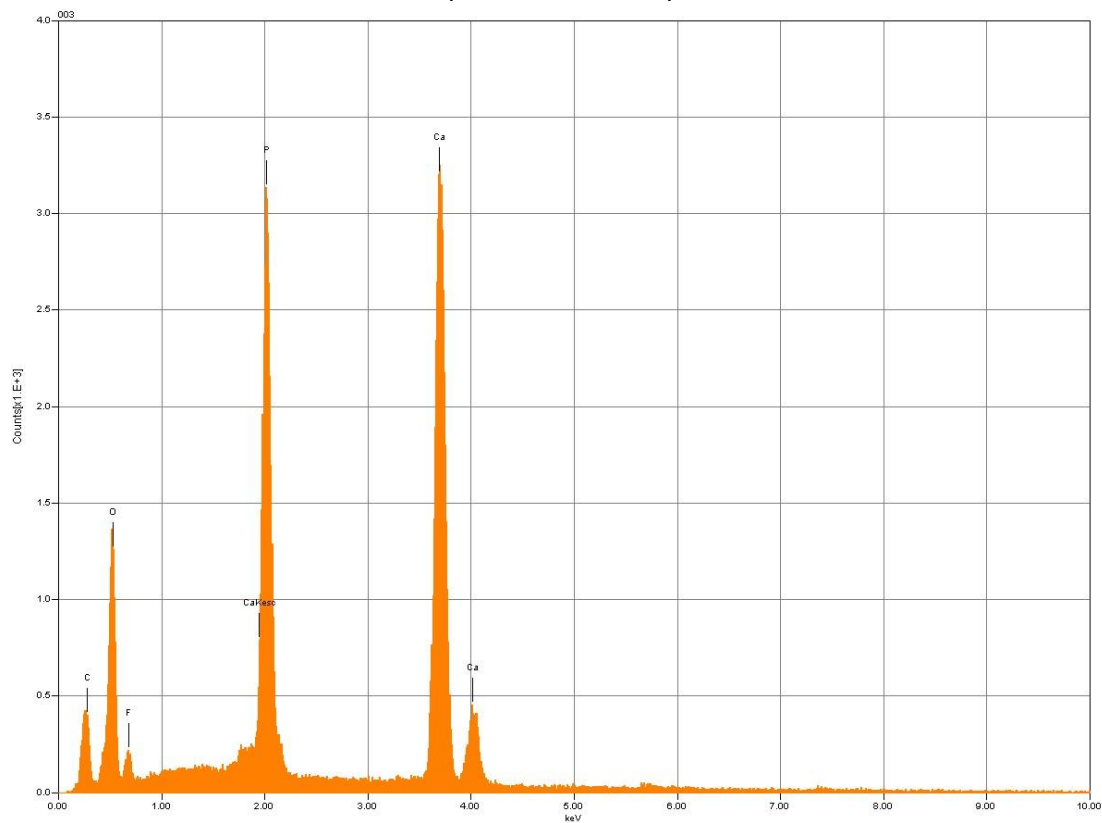




Espectro 002 Paragonita.

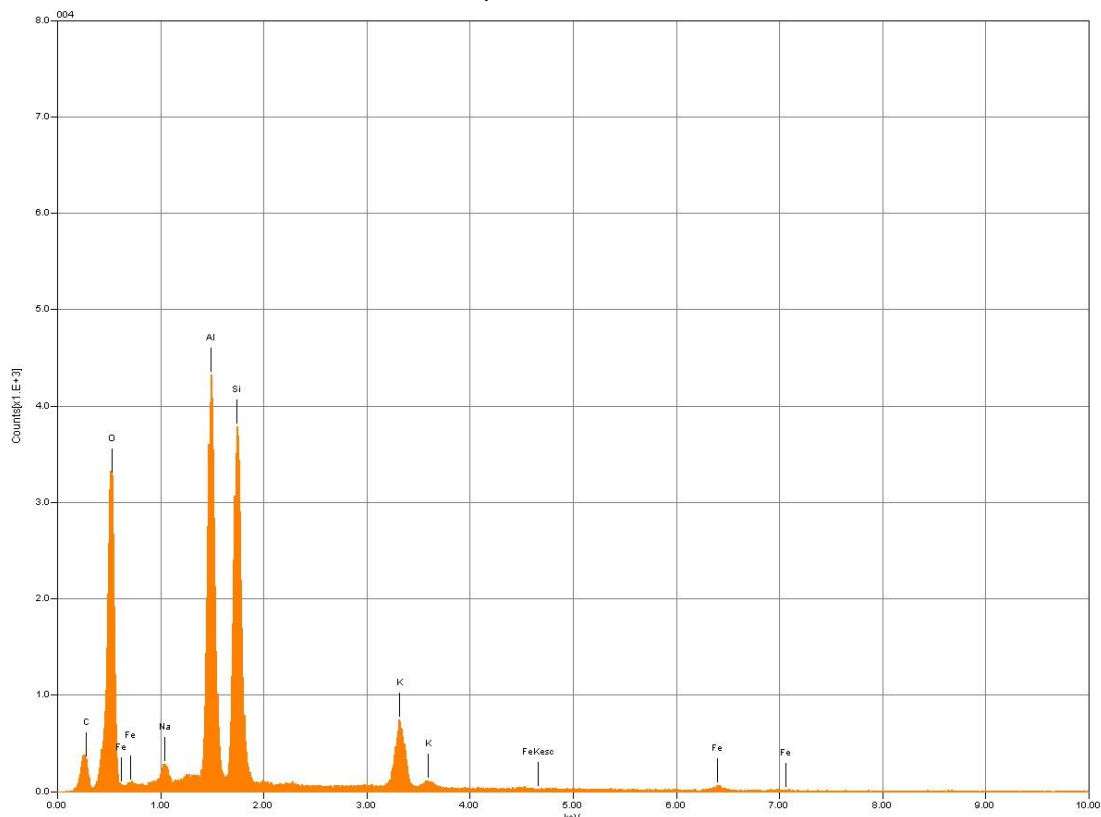


Espectro 003 Fluor-apatita.

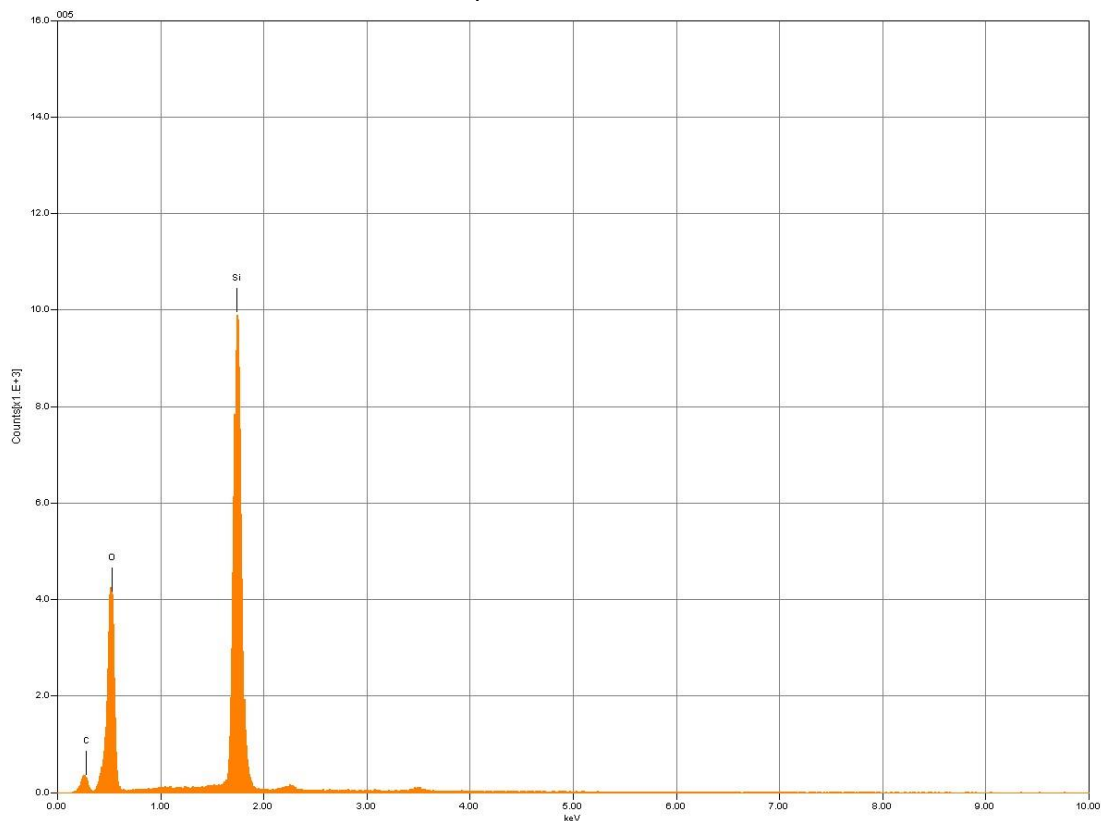




Espectro 004 Clorita.

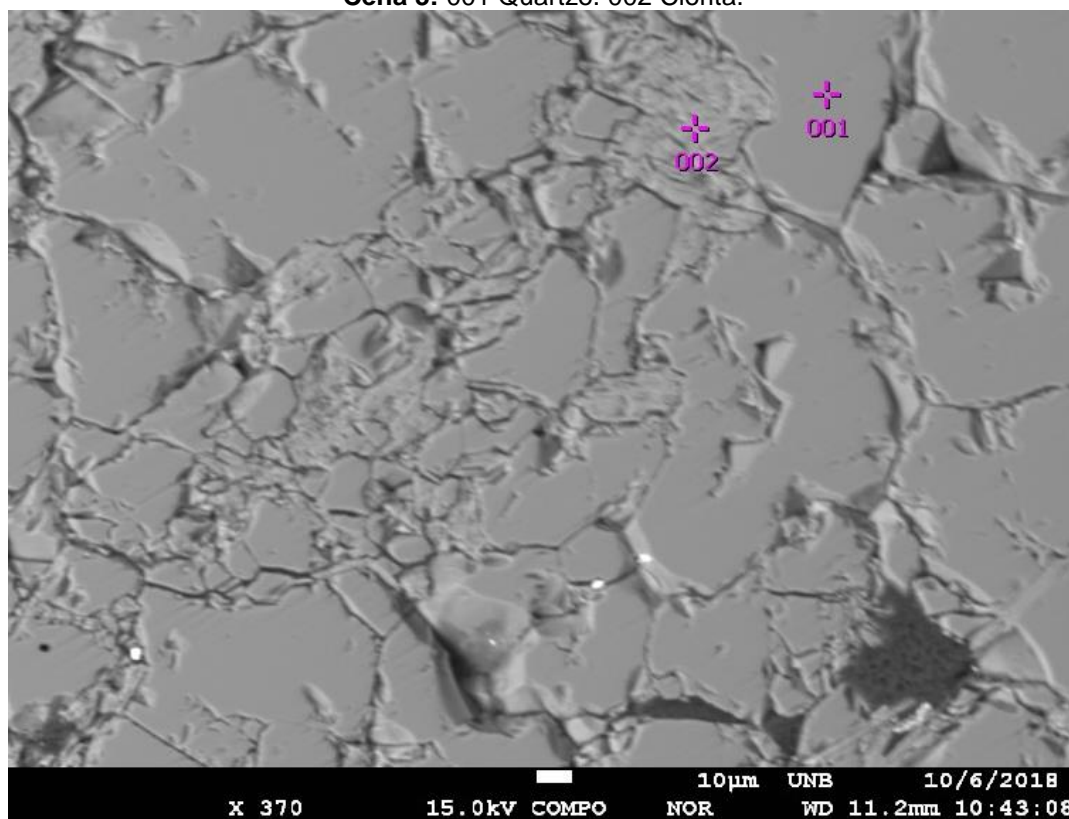


Espectro 005 Quartzo.

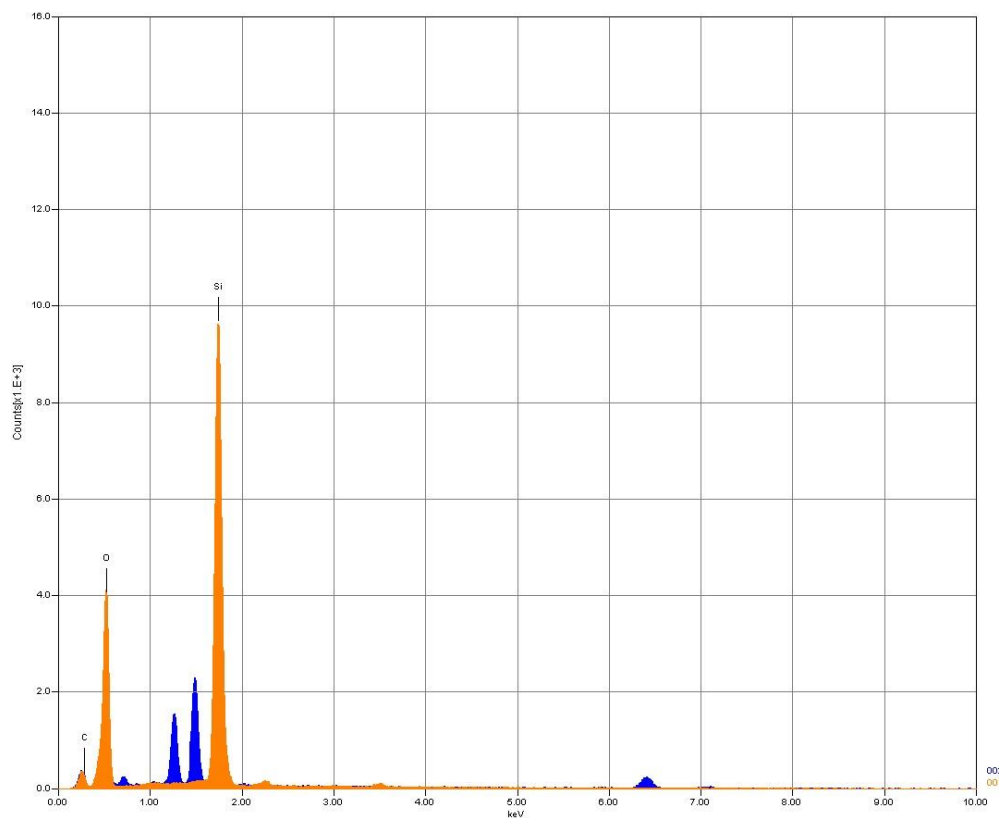




Cena 3: 001 Quartzo. 002 Clorita.

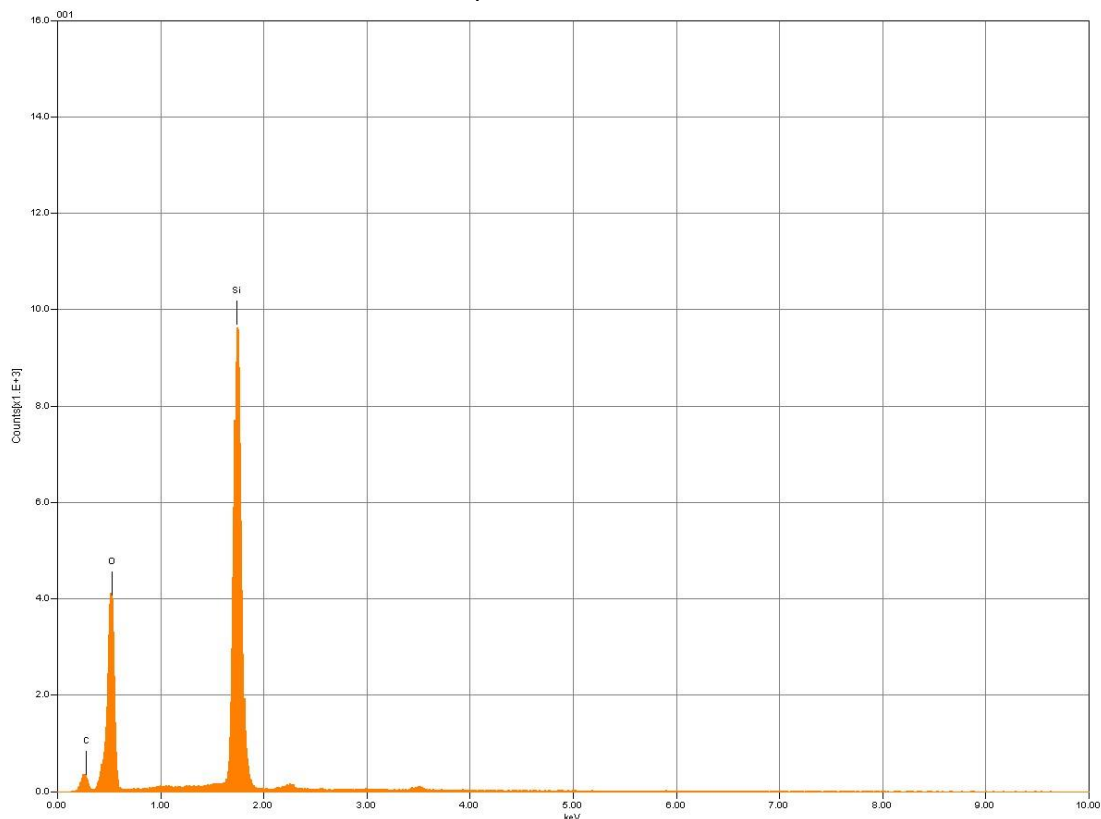


Espectro total cena 3.

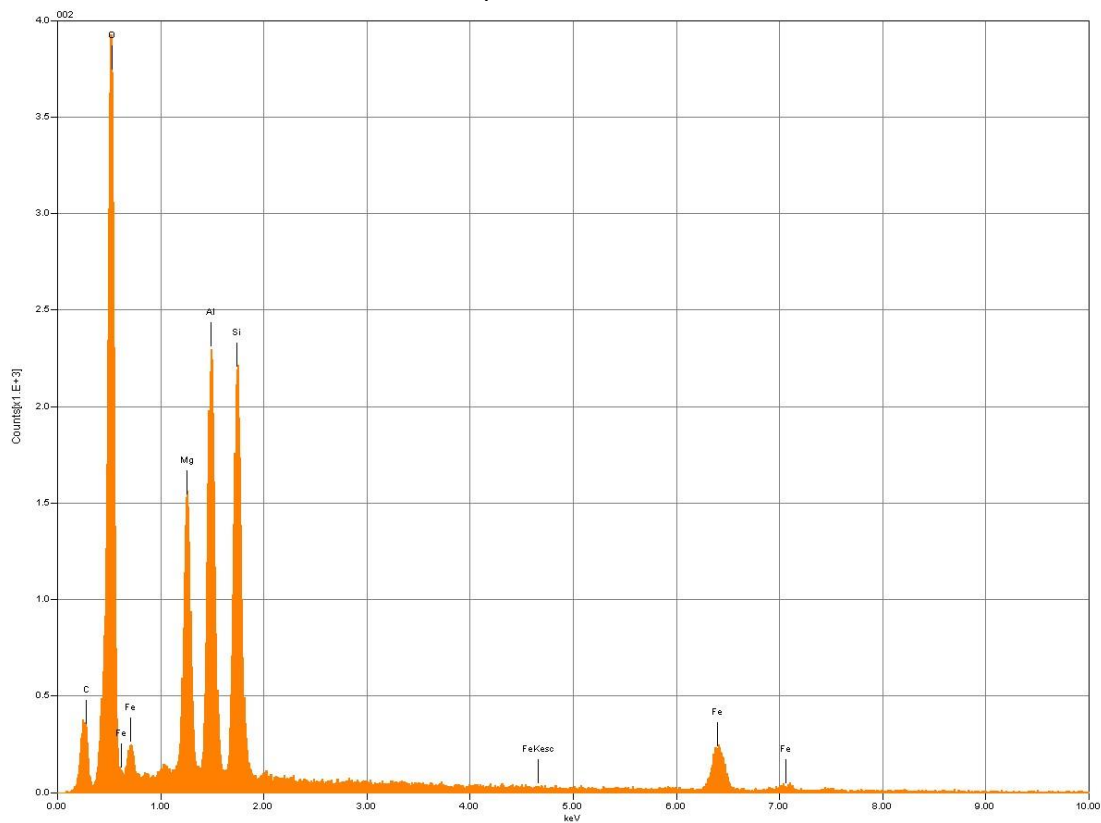




Espectro 001 Quartzo.



Espectro 002 Clorita.



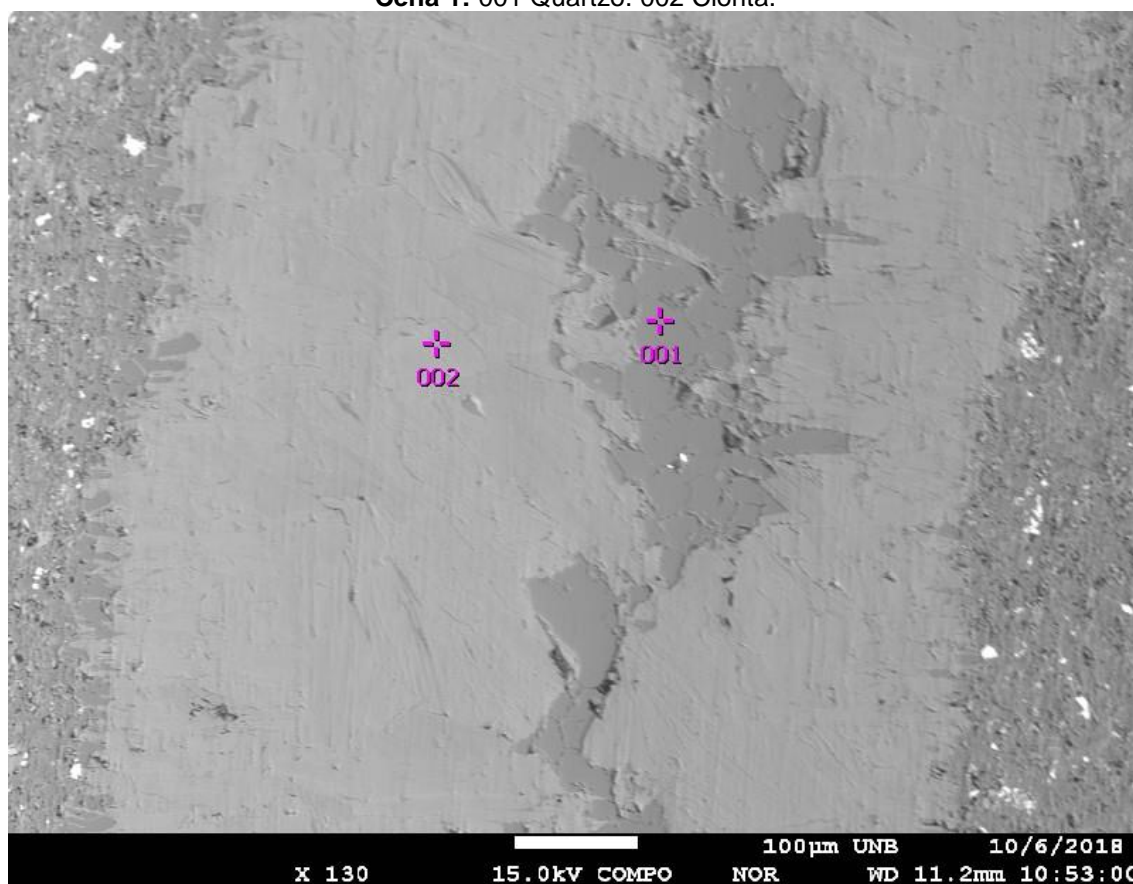


TF18-XIV-42

Observações:

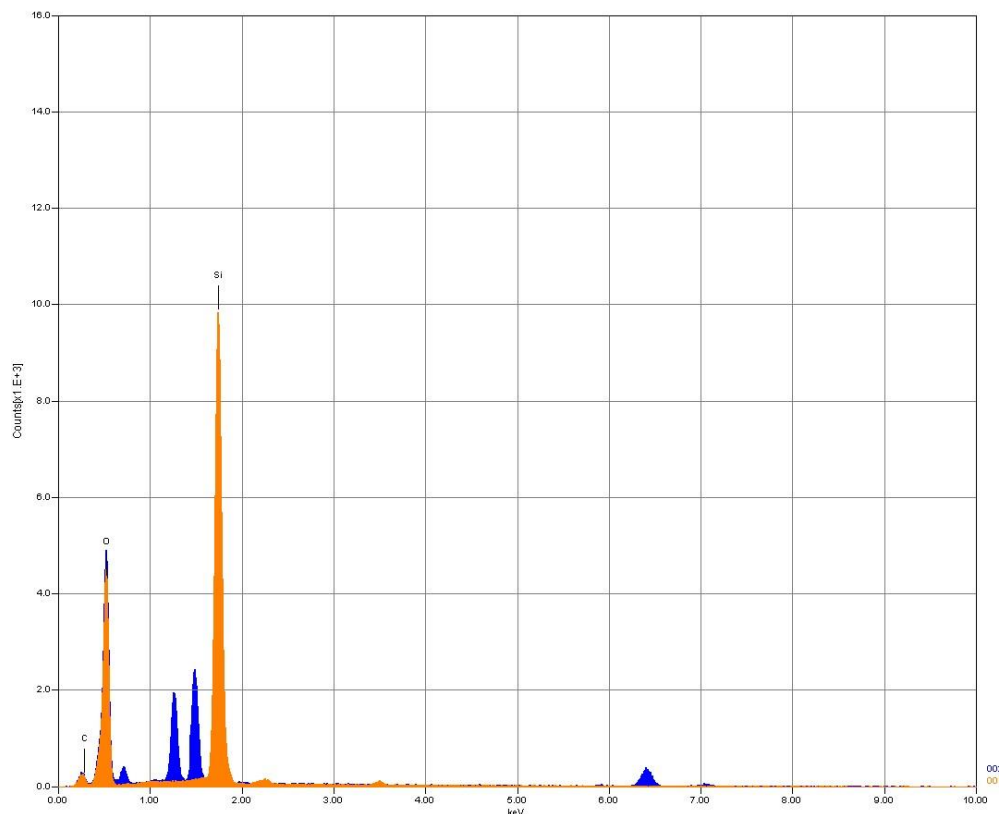
- Alumínio e Mg no espectro de outros minerais foram interpretados como hornblenda, porém alterada devido a baixos valores de Ca, e em grãos muito finos na matriz para ser identificada ou muito cloritizada (espectro da clorita – cena 5, número 006).

Cena 1: 001 Quartzo. 002 Clorita.

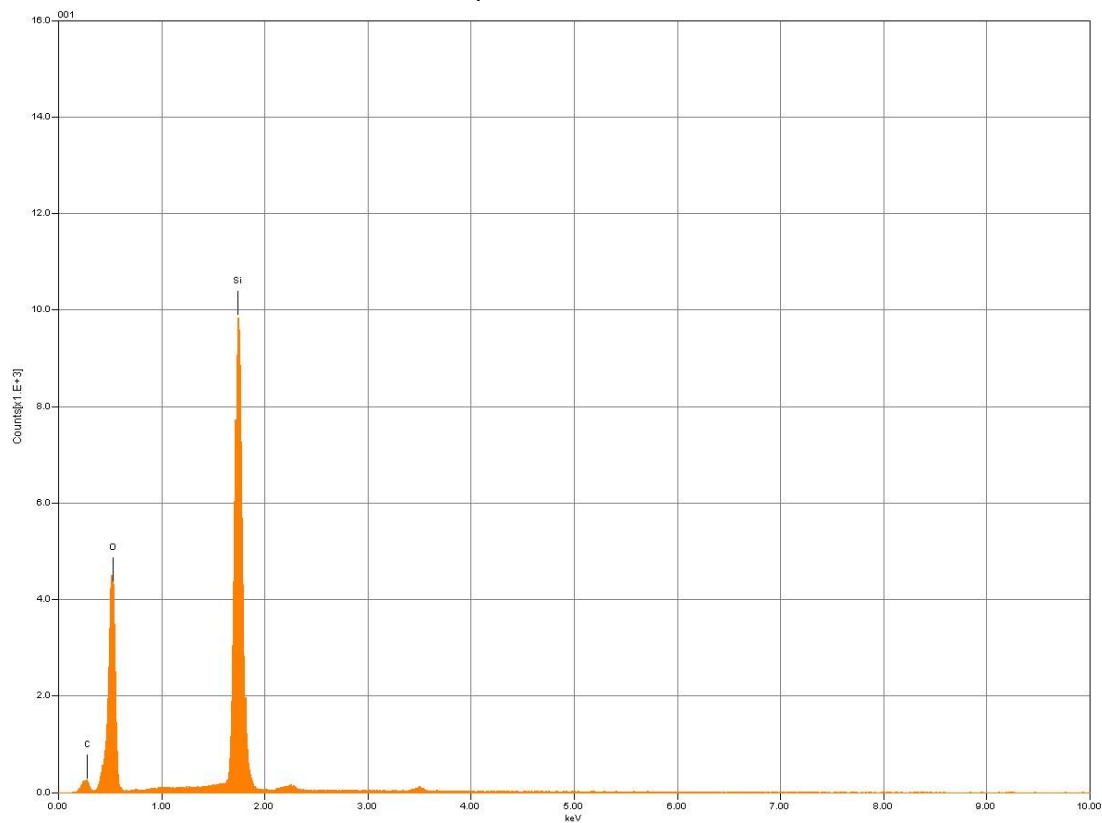




Espectro total cena 1.

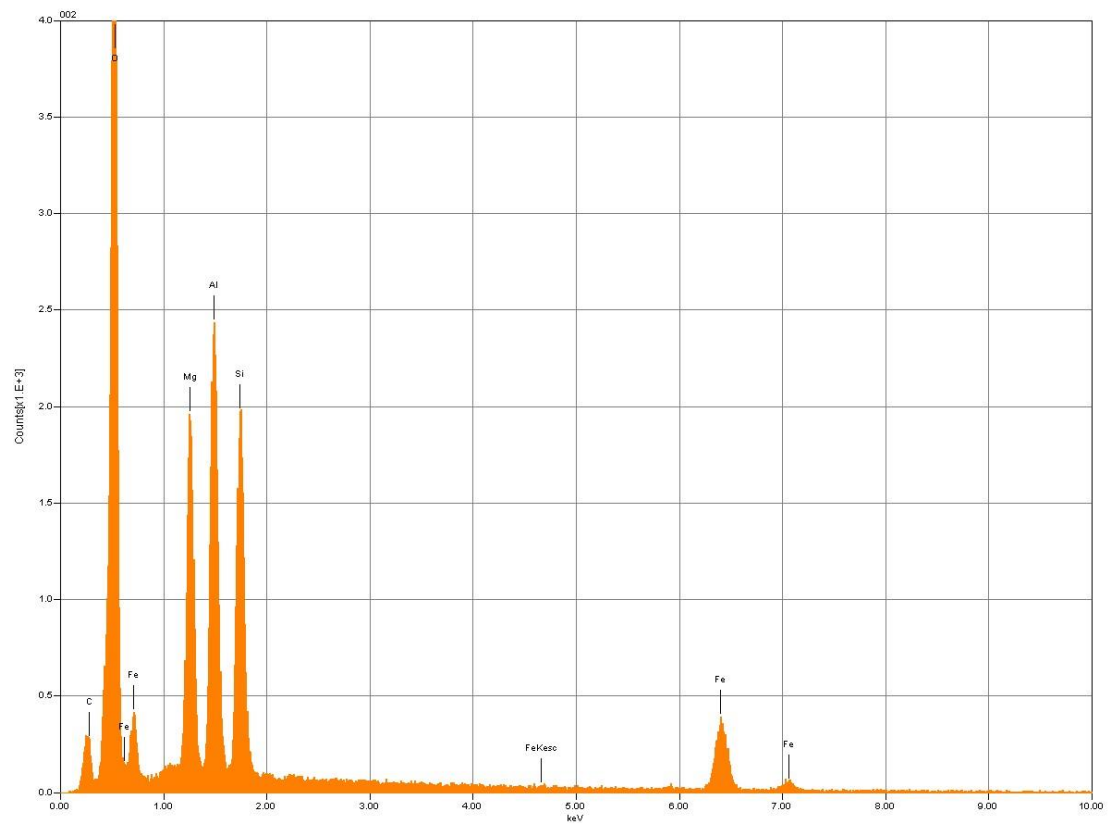


Espectro 001 Quartzo.



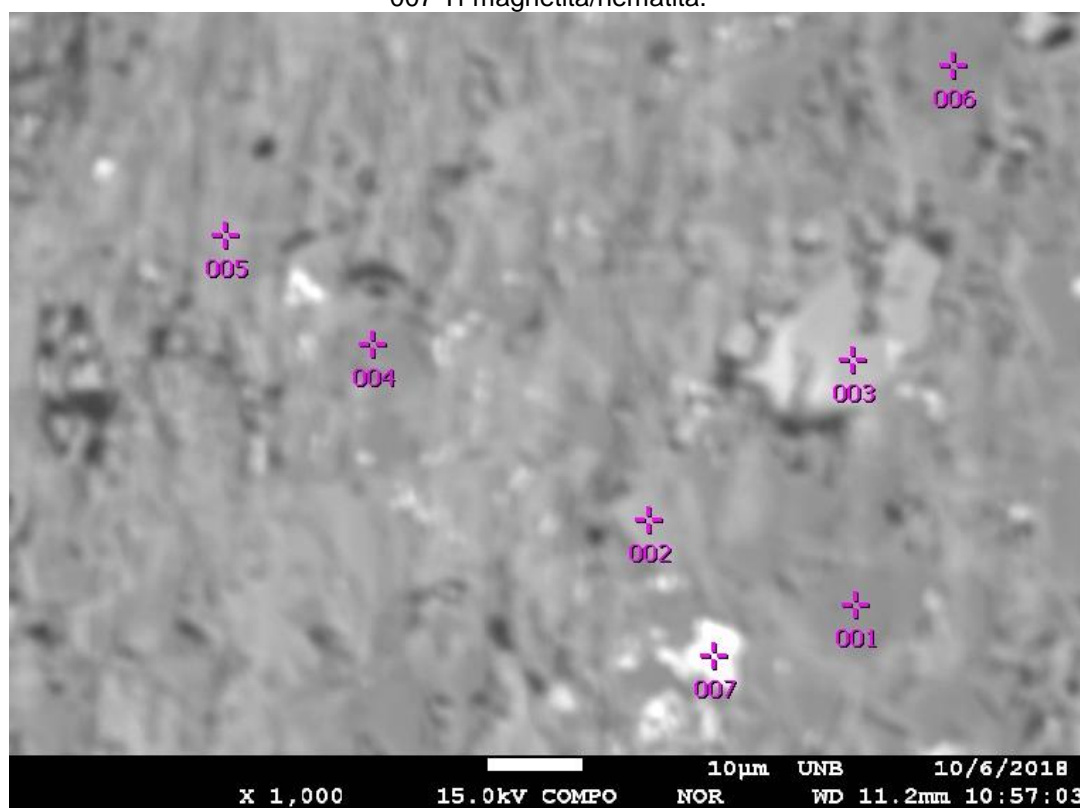


Espectro 002 Clorita.

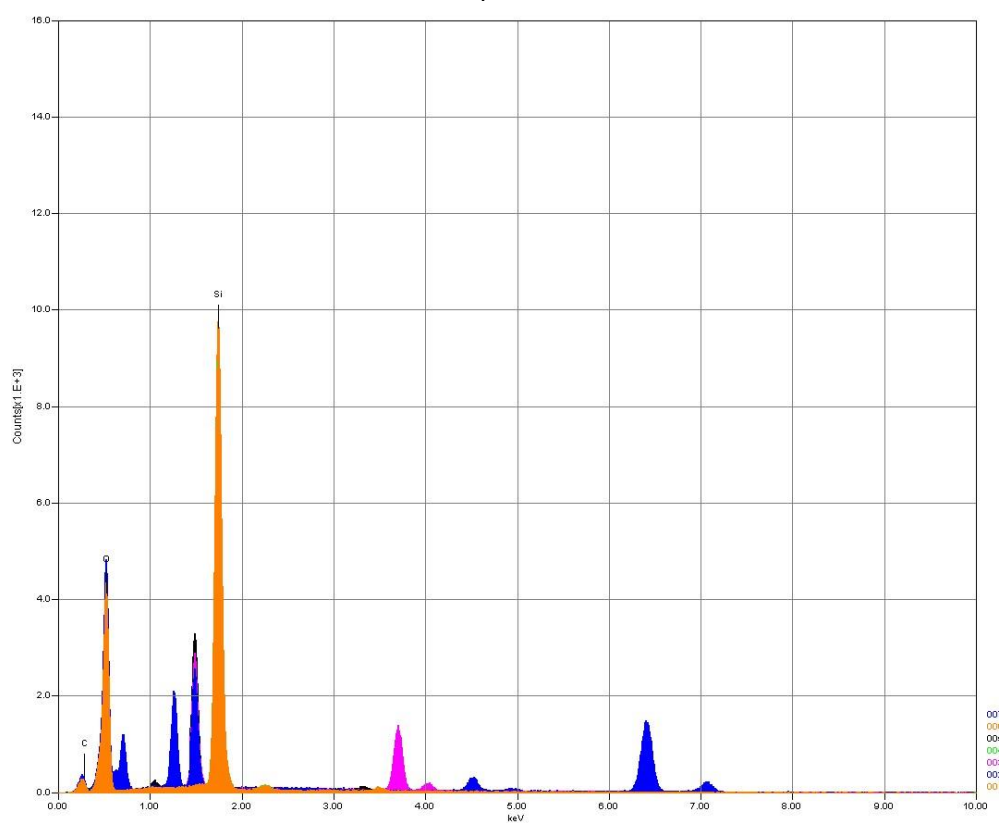




Cena 2 – matriz: 001 Quartzo. 002 Clorita. 003 Epidoto. 004 Quartzo. 005 Clorita. 006 Quartzo. 007 Ti-magnetita/hematita.

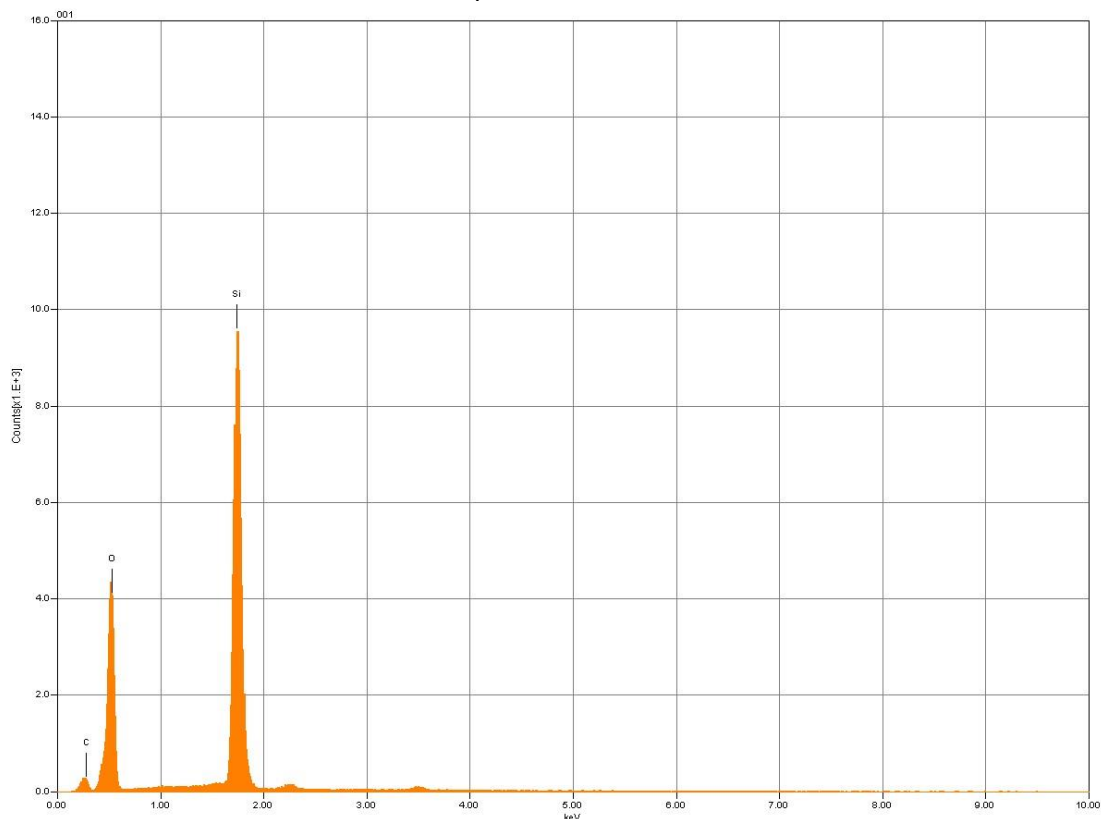


Espectro total cena 2.

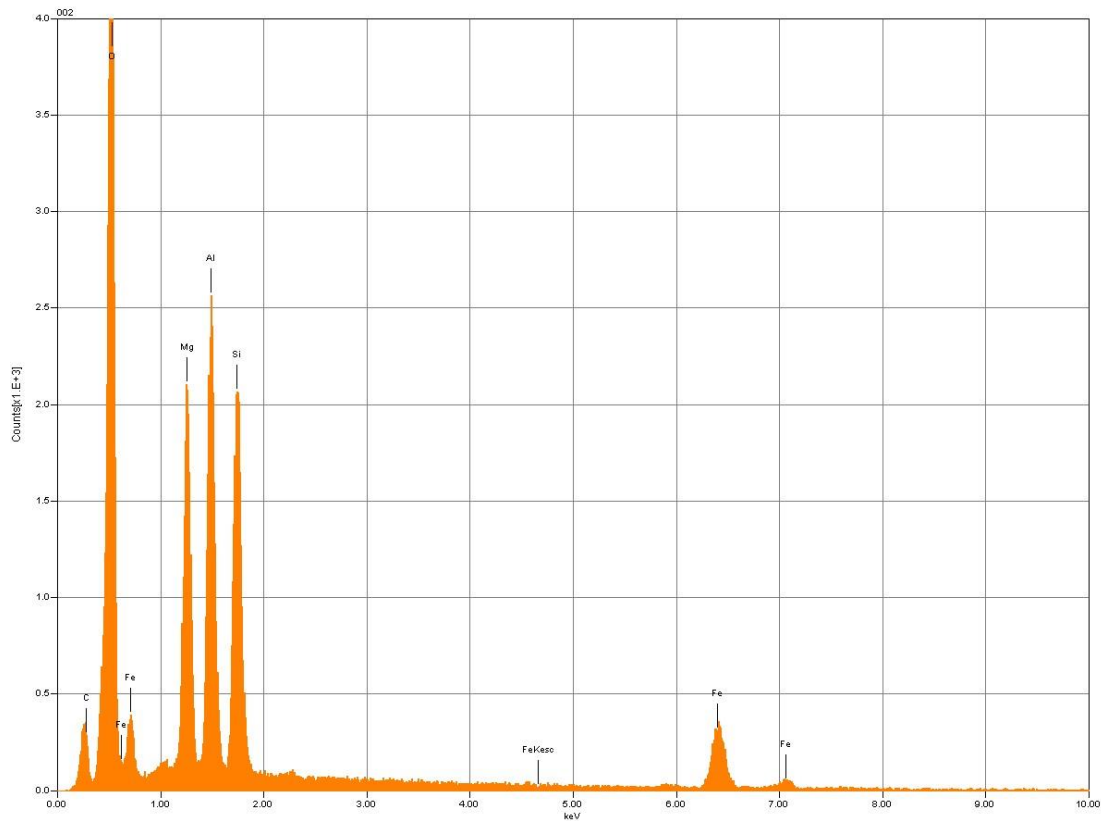




Espectro 001 Quartzo.

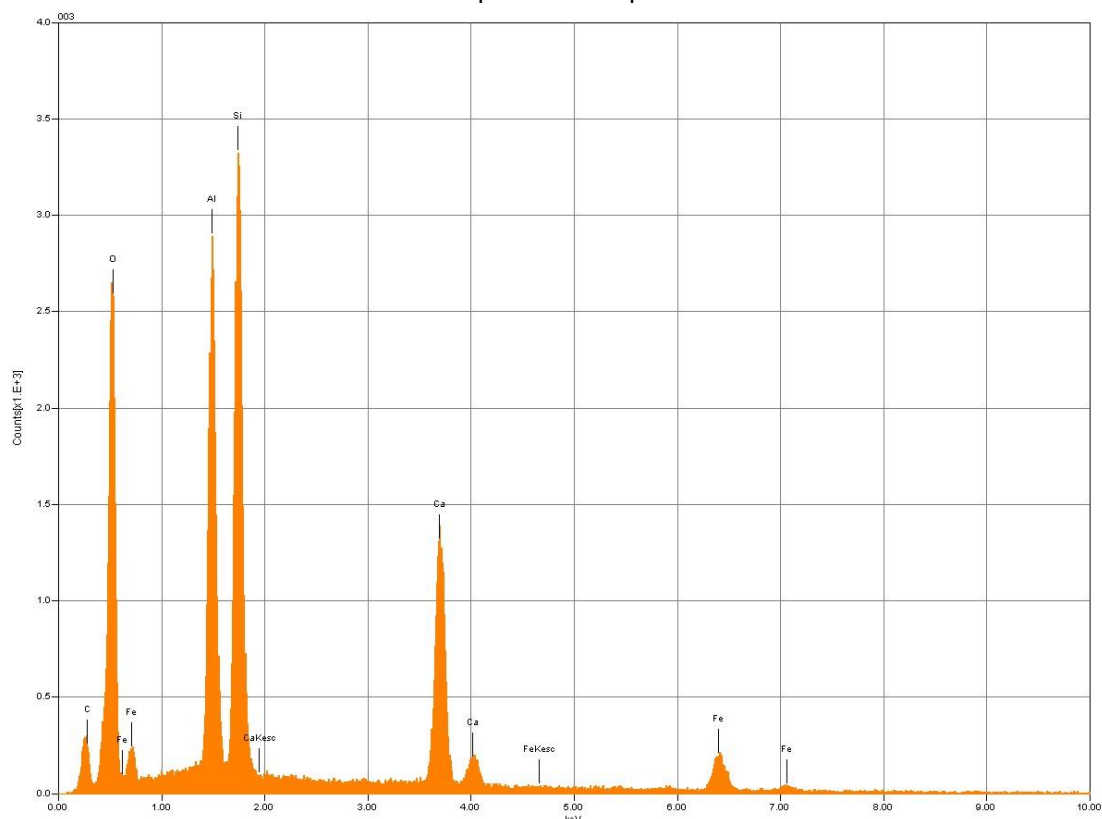


Espectro 002 Clorita.

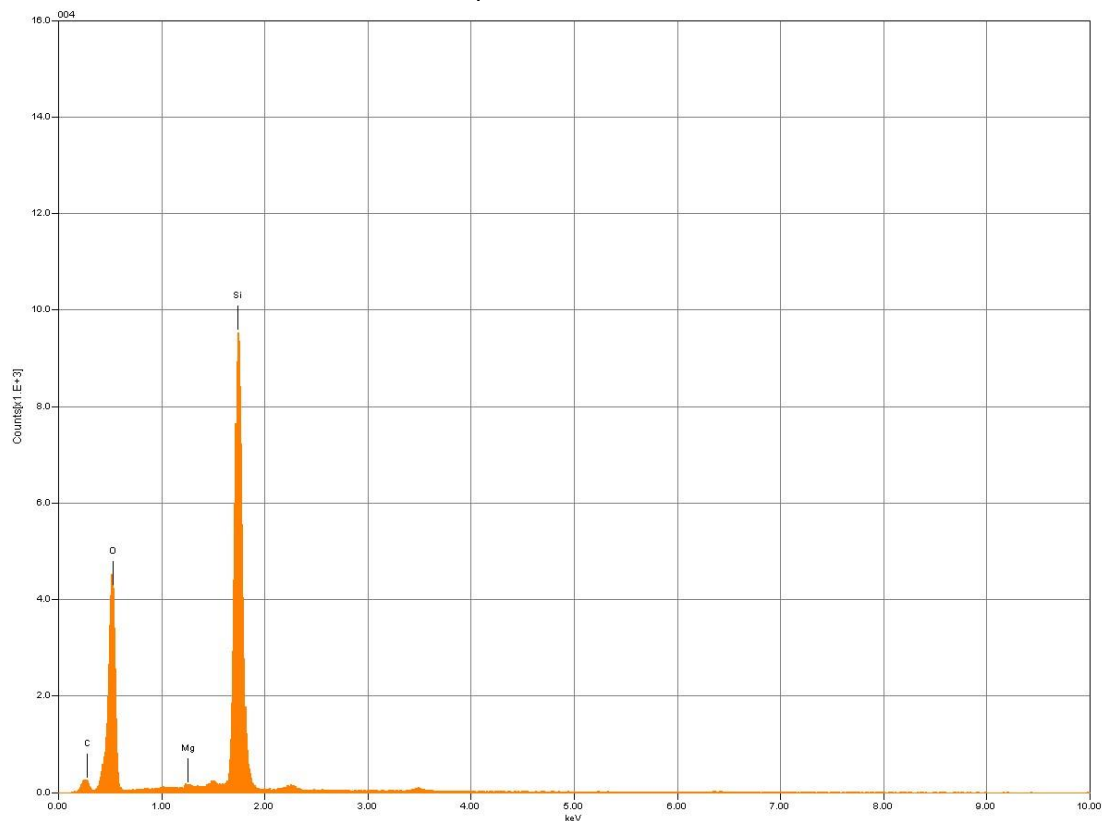




Espectro 003 Epidoto.

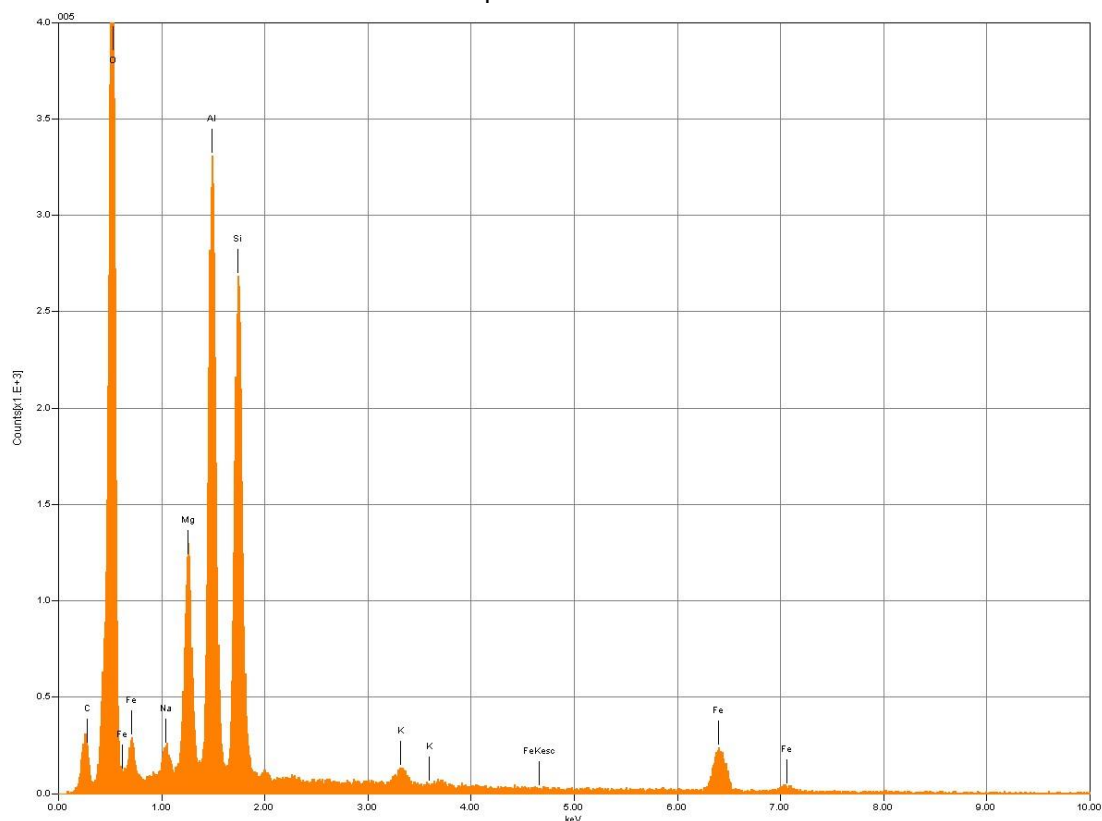


Espectro 004 Quartzo.

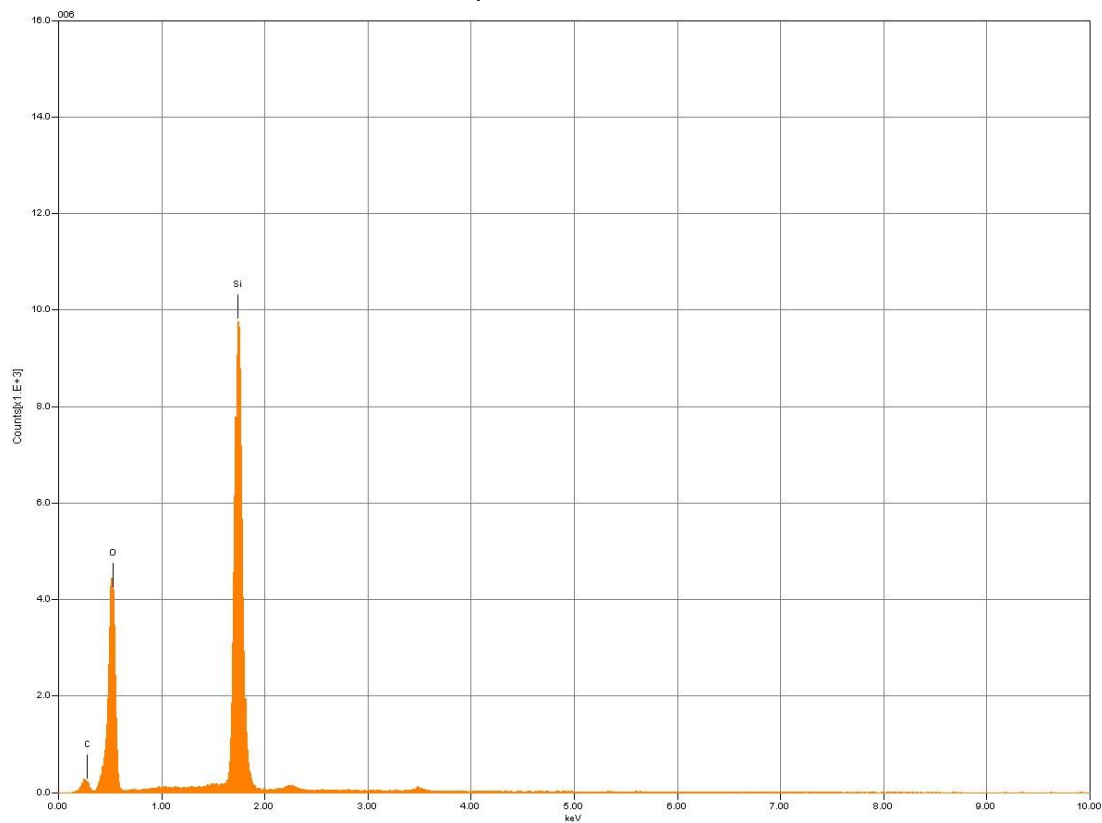




Espectro 005 Clorita.

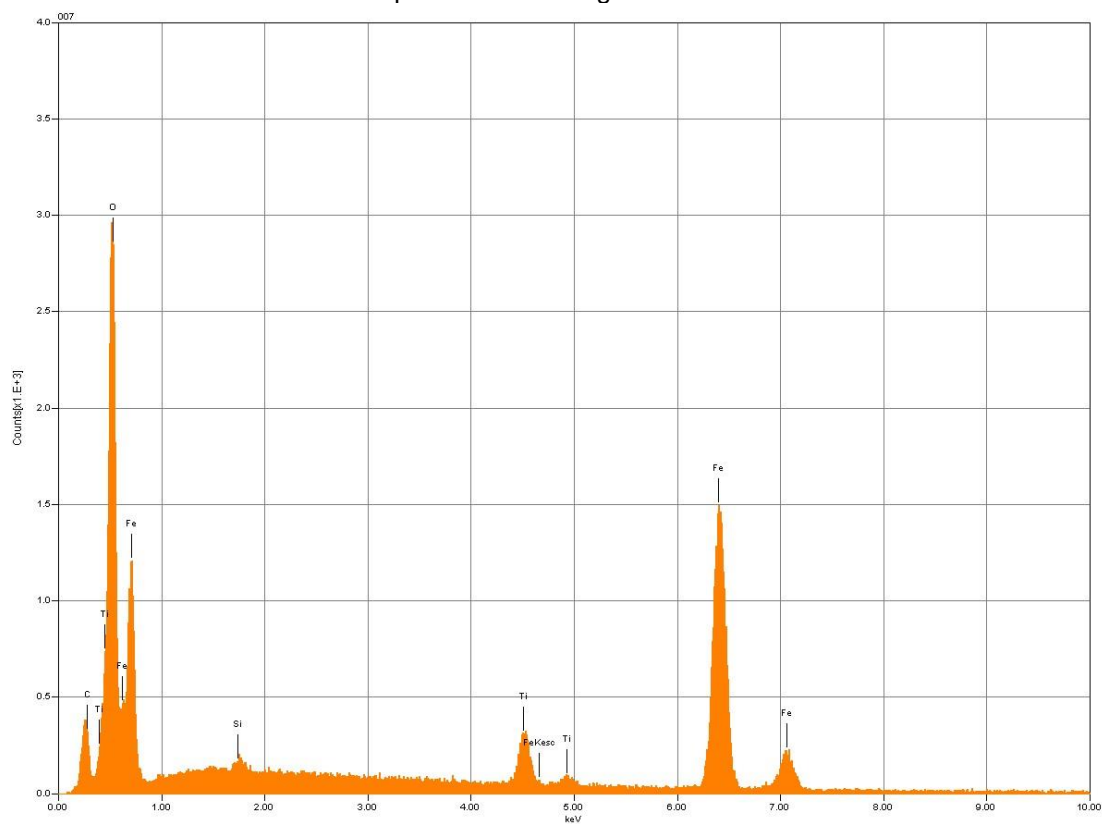


Espectro 006 Quartzo.



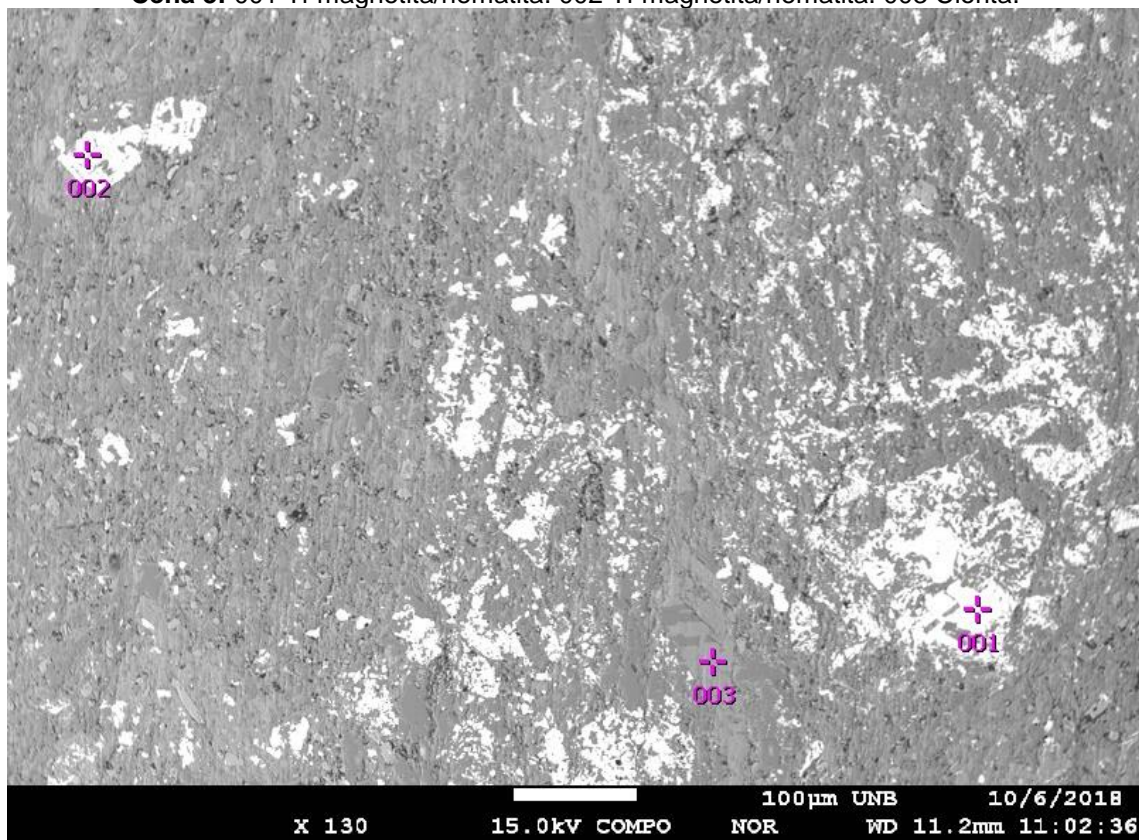


Espectro 007 Ti-magnetita/hematita.

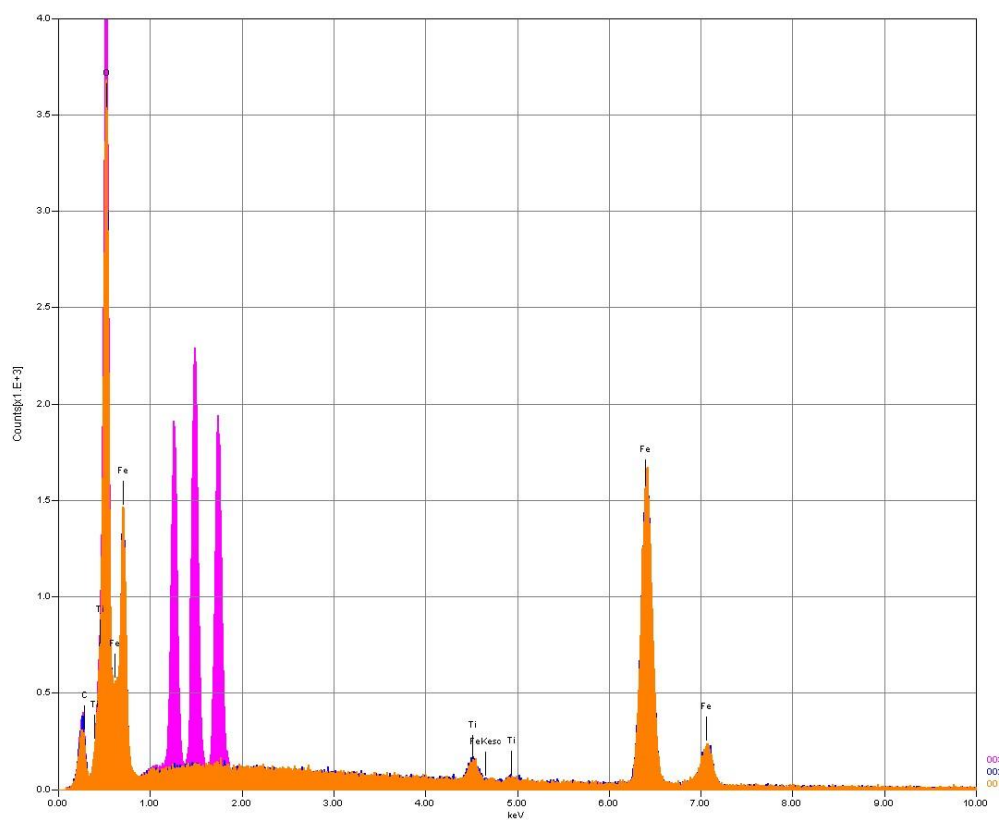




Cena 3: 001 Ti-magnetita/hematita. 002 Ti-magnetita/hematita. 003 Clorita.

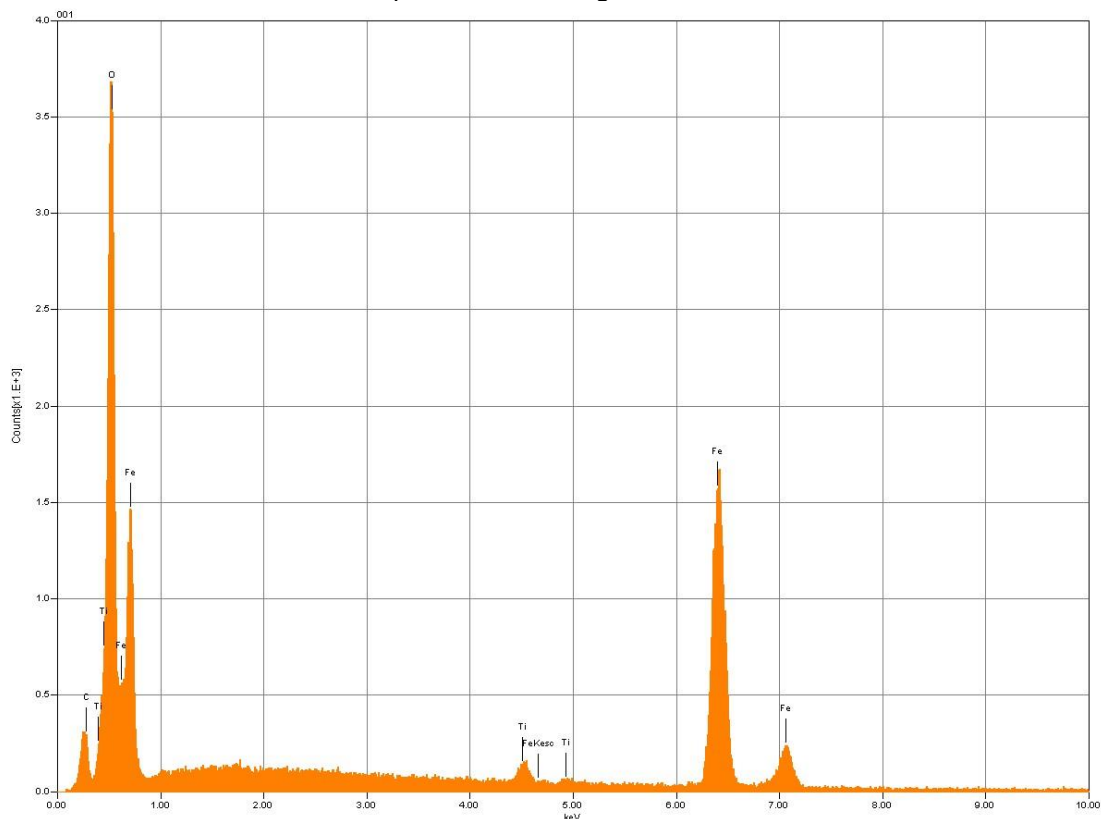


Espectro total cena 3.

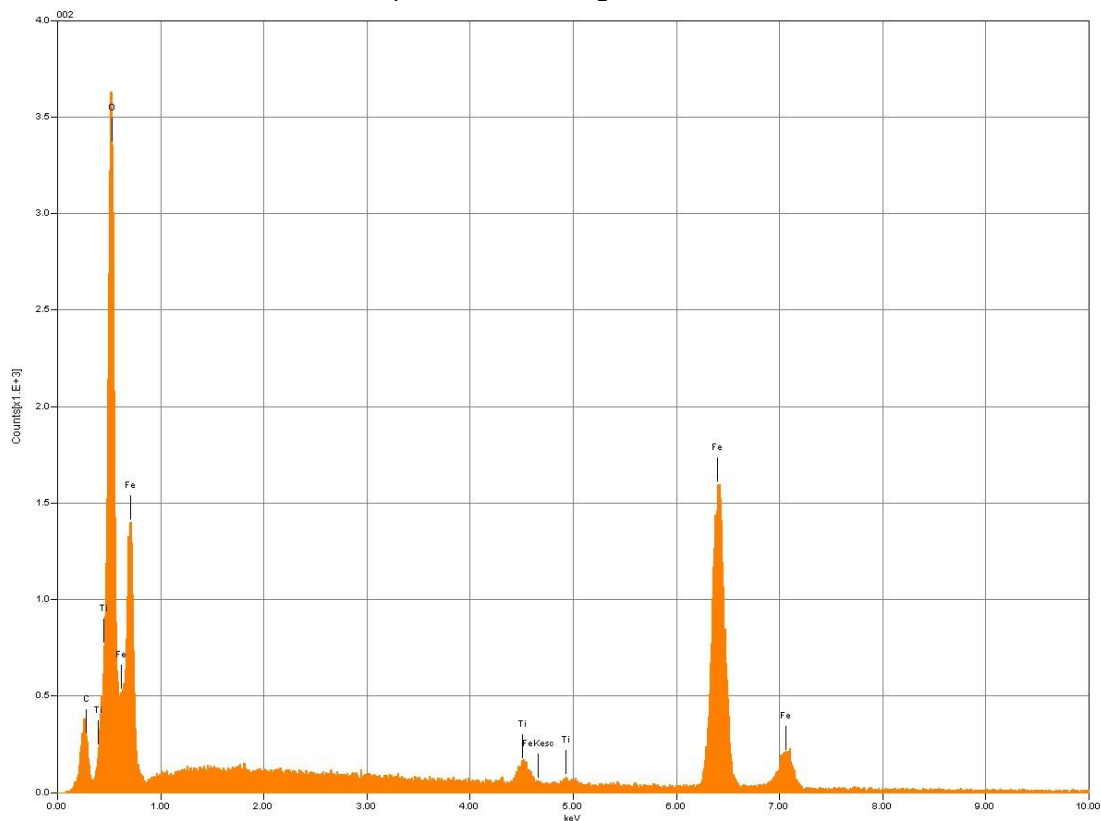




Espectro 001 Ti-magnetita/hematita.

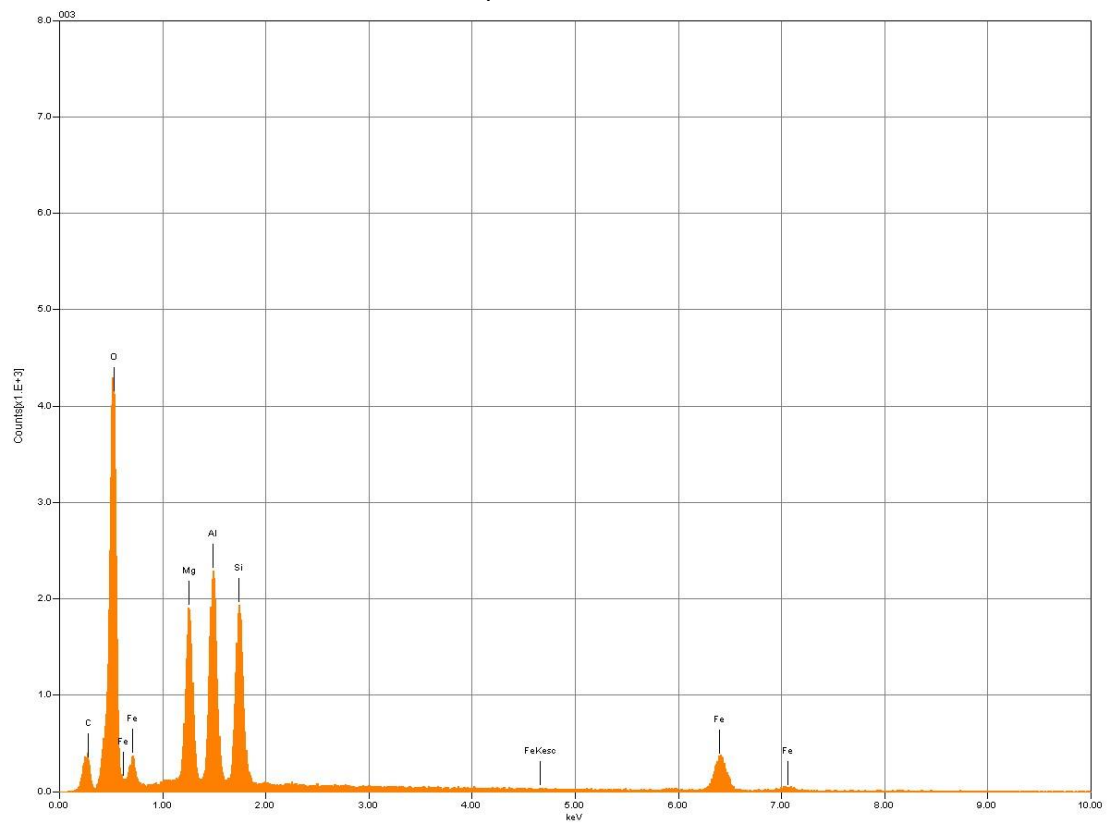


Espectro 002 Ti-magnetita/hematita.



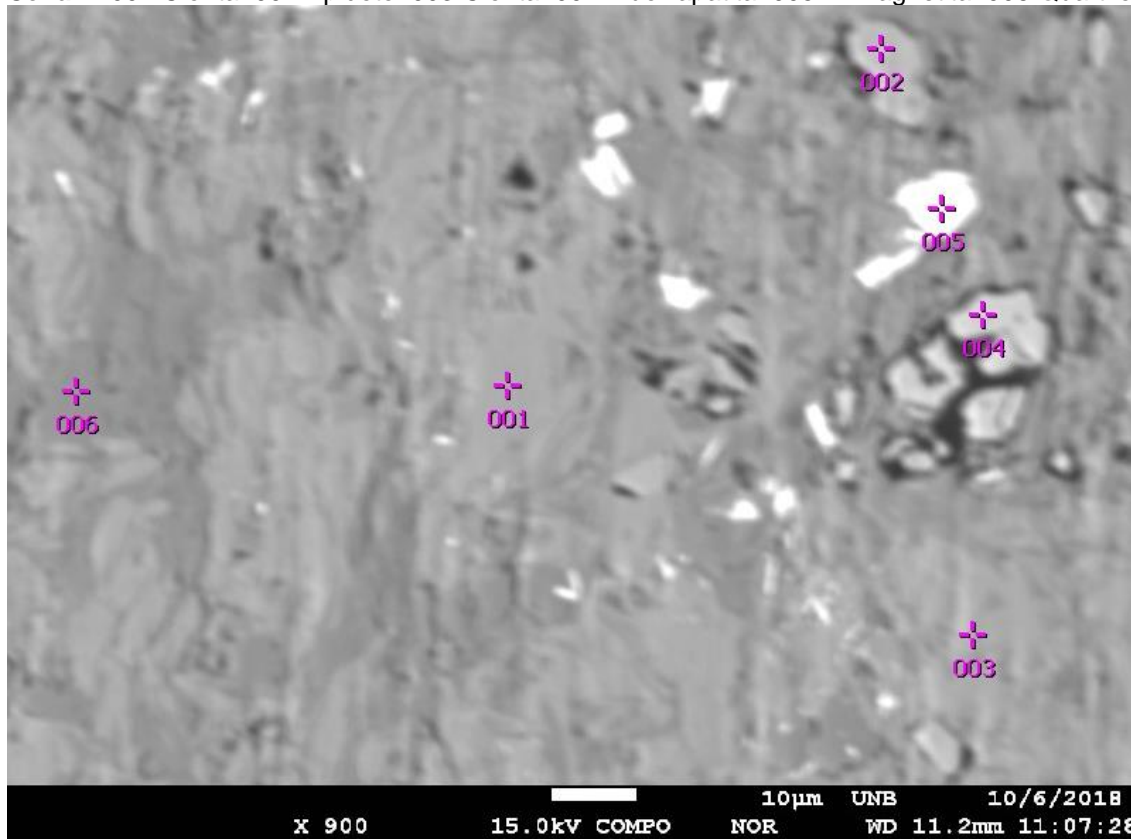


Espectro 003 Clorita.

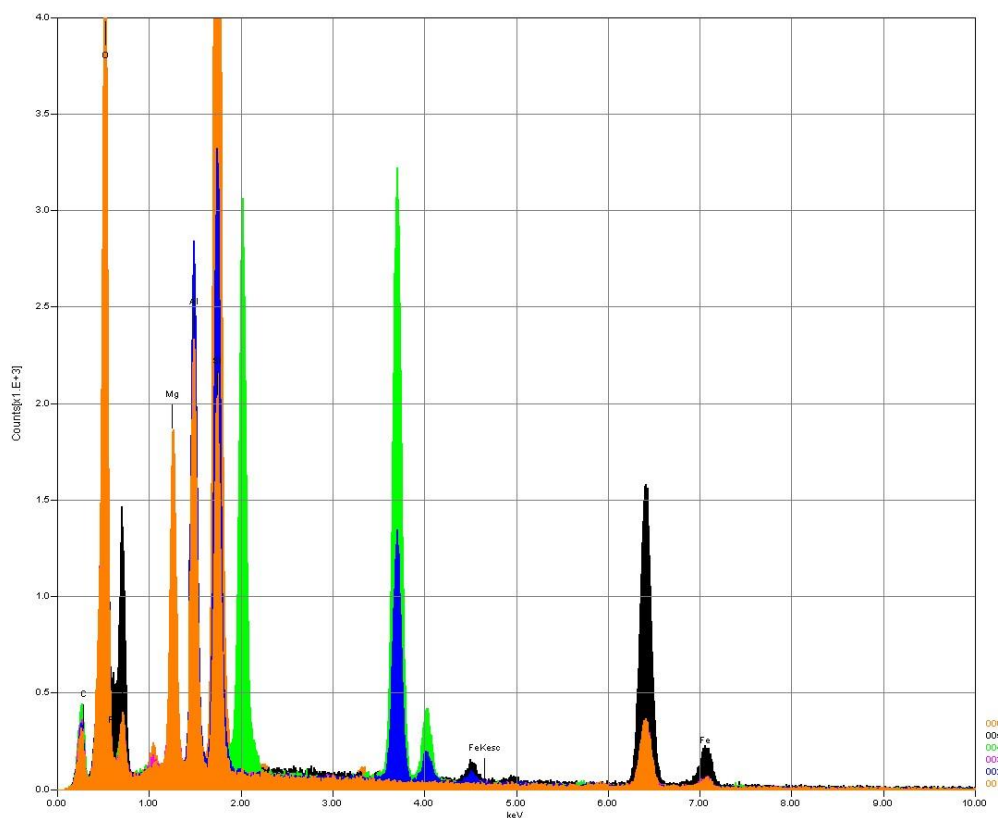




Cena 4: 001 Clorita. 002 Epidoto. 003 Clorita. 004 Fluor-apatita. 005 Ti-magnetita. 006 Quartzo.

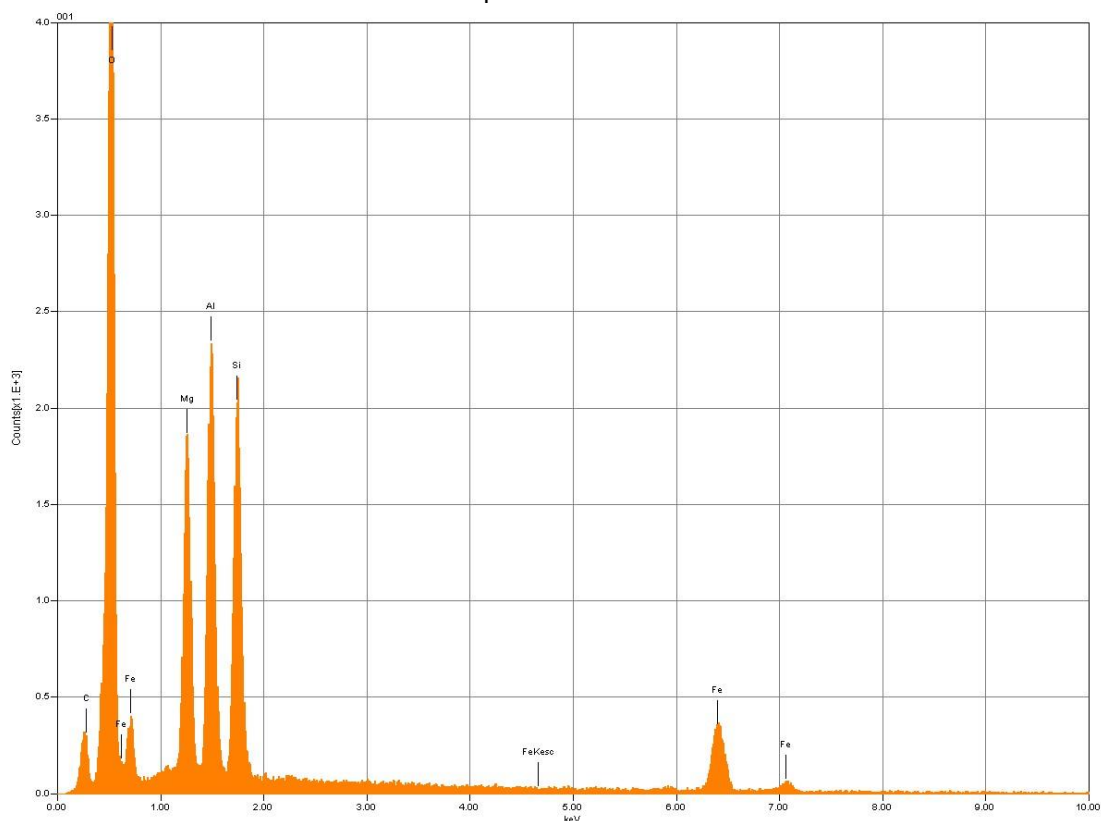


Espectro total cena 4.

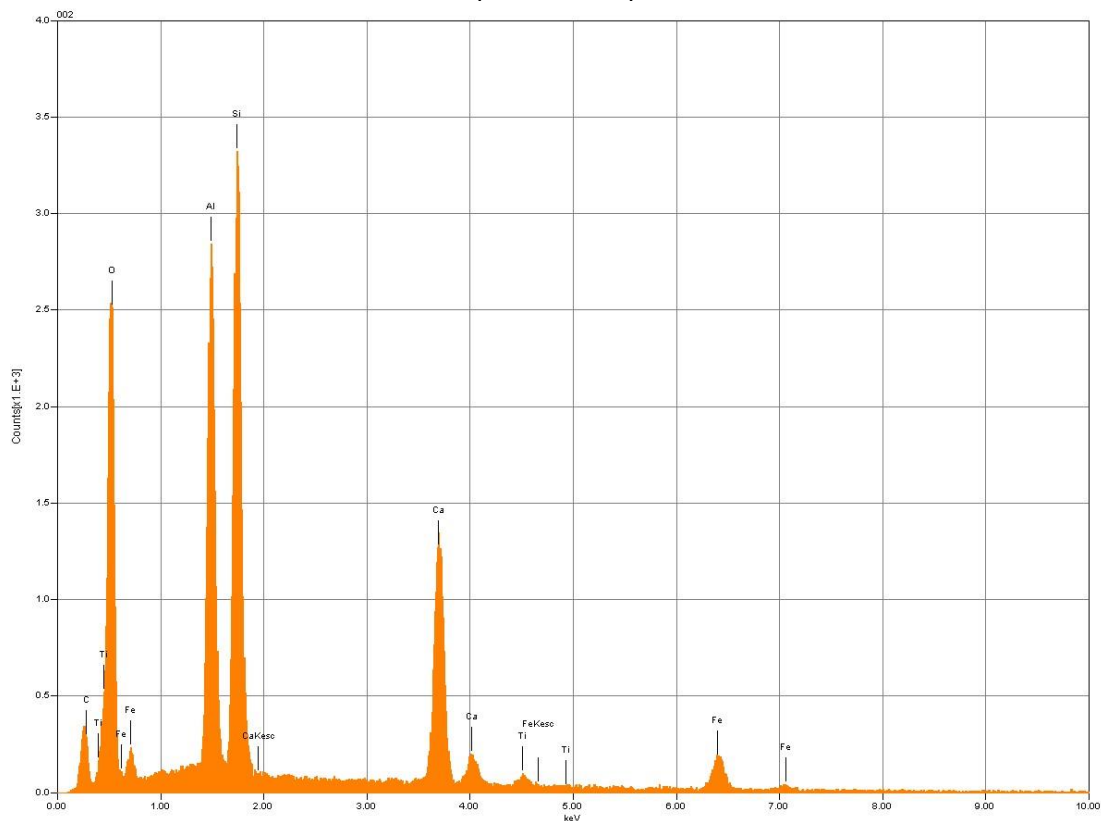




Espectro 001 Clorita.

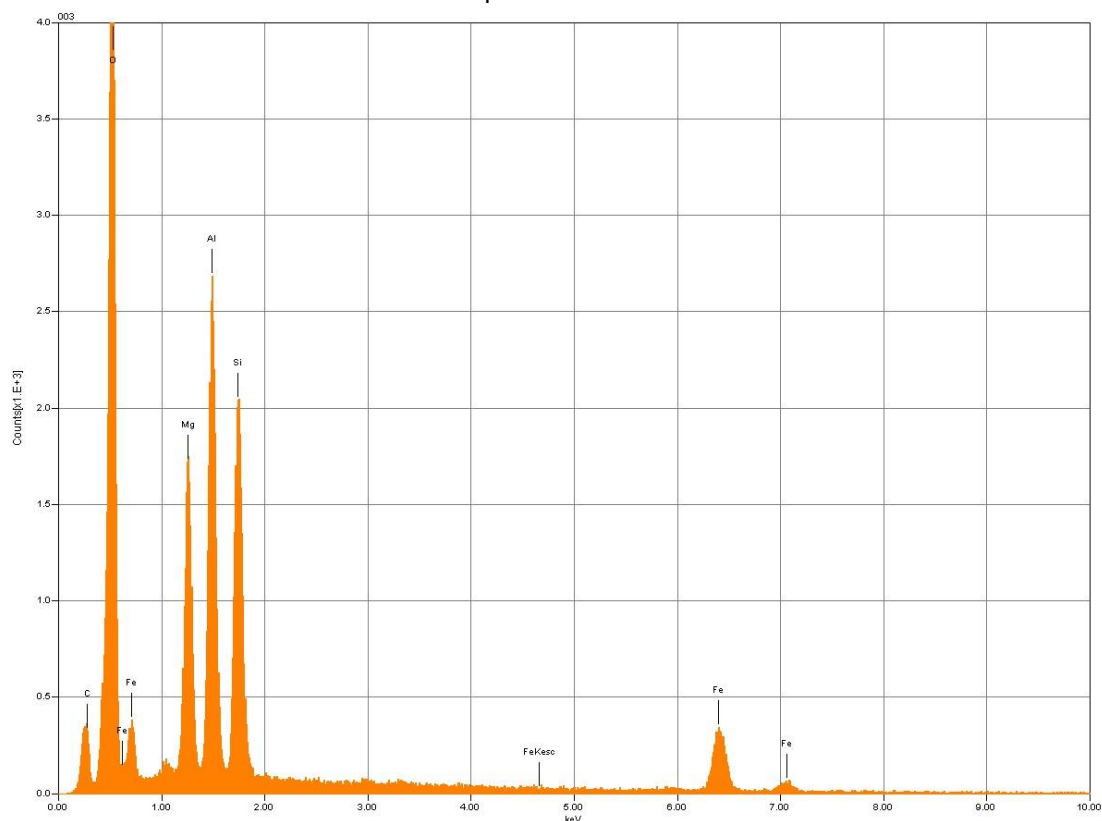


Espectro 002 Epidoto.

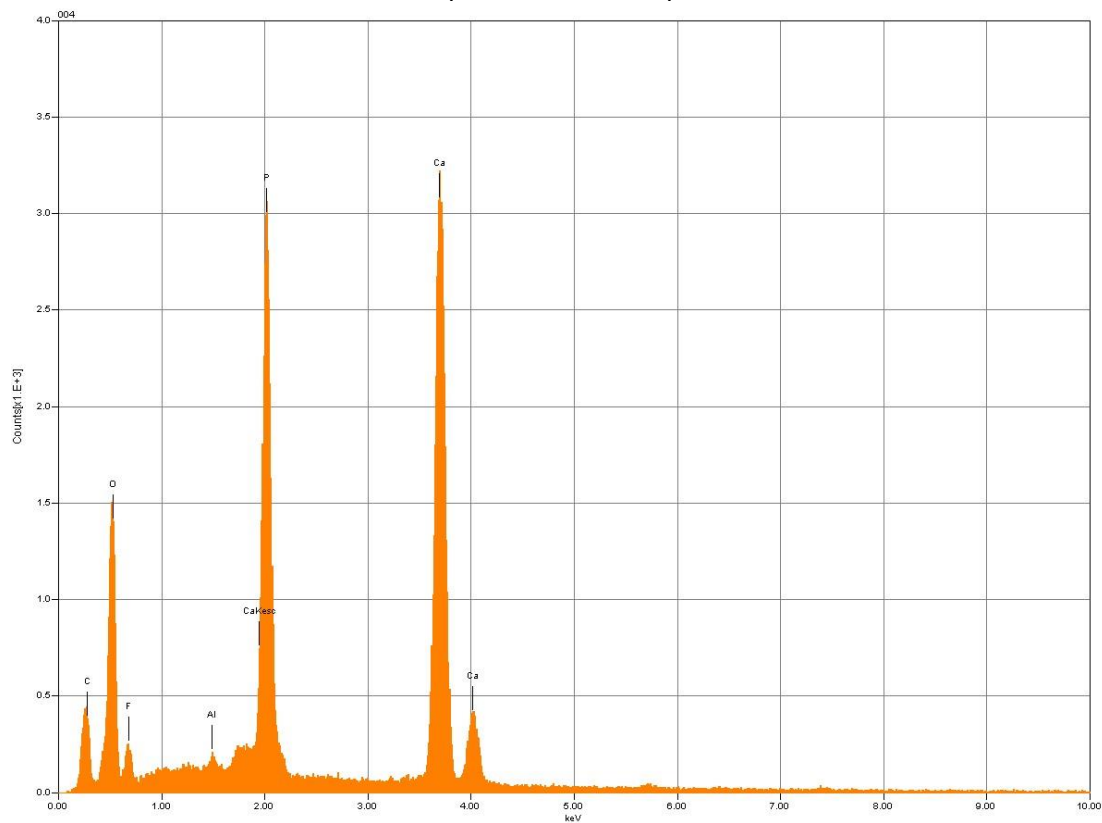




Espectro 003 Clorita.

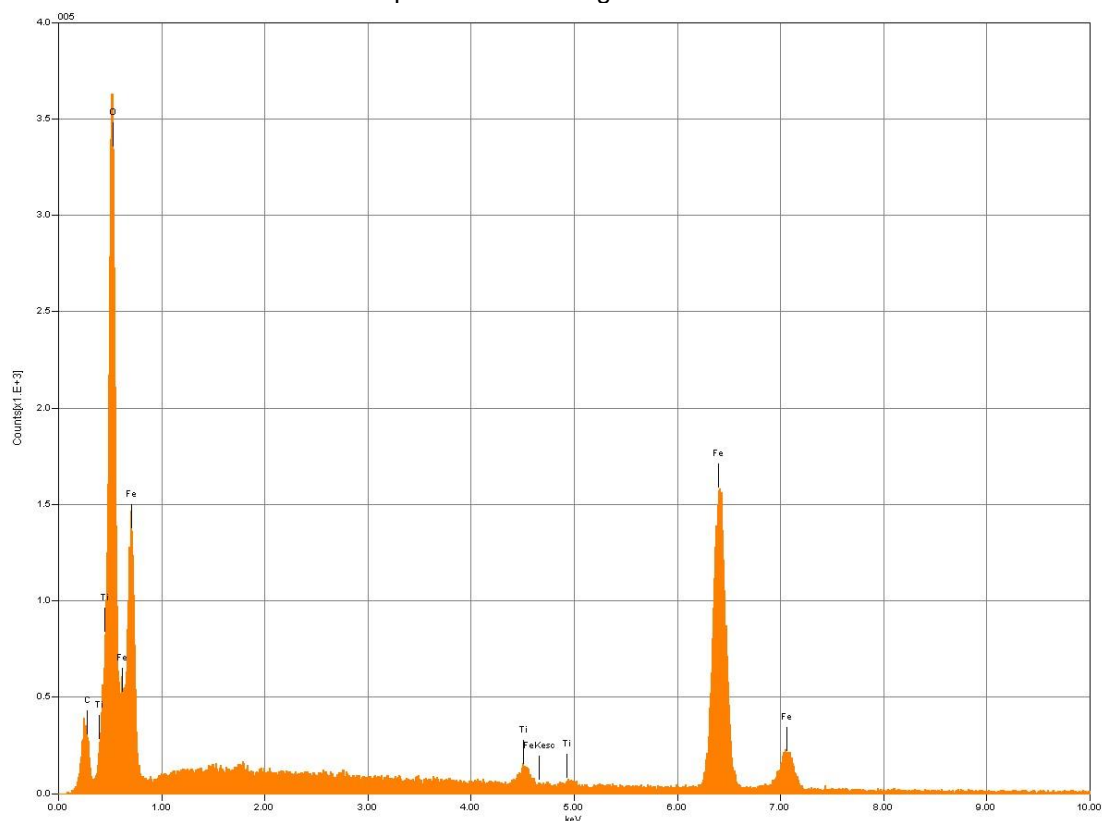


Espectro 004 Fluor-apatita.

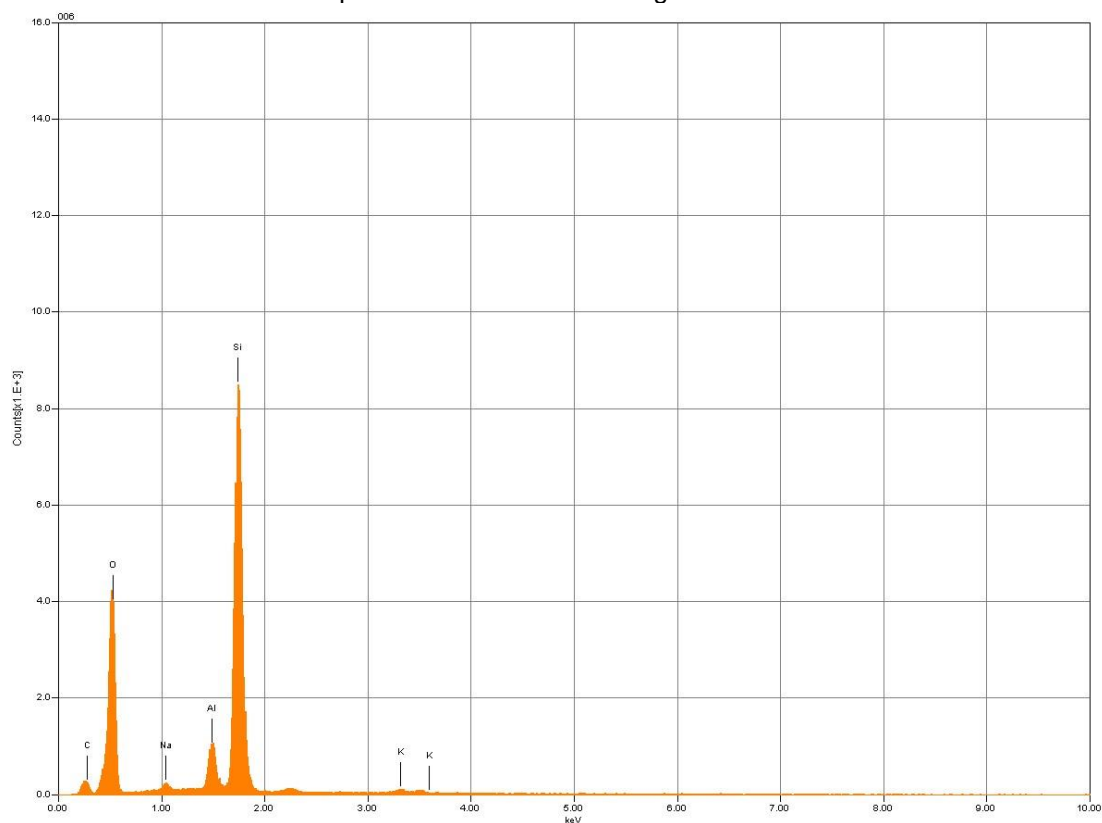




Espectro 005 Ti-magnetita/hematita.

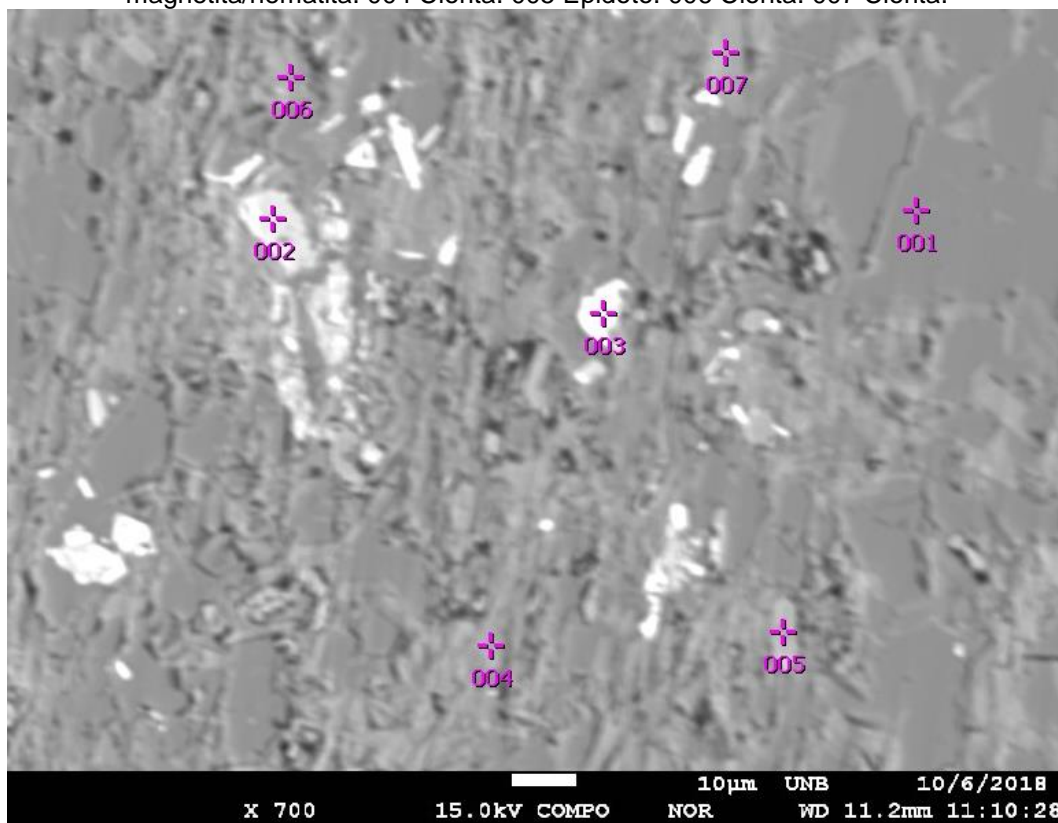


Espectro 006 Quartzo com alguma influência.

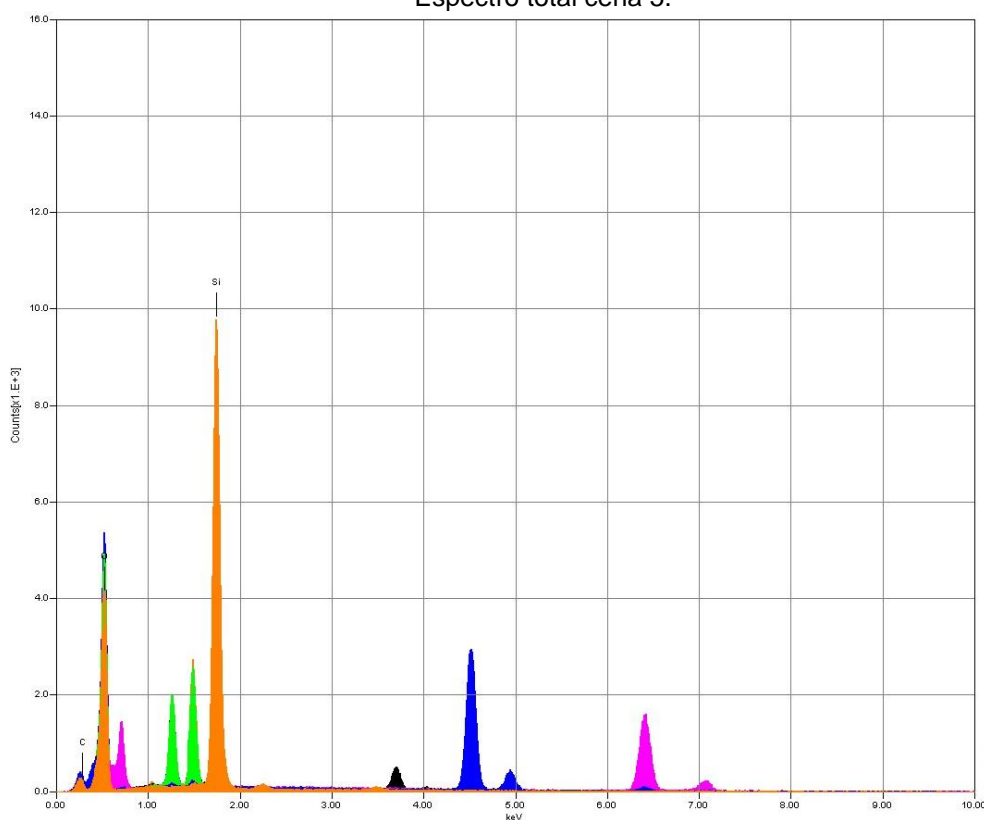




Cena 5: Matriz muito fina, espectros ficam com interferência. 001 Quartzo. 002 Rutilo. 003 Ti-magnetita/hematita. 004 Clorita. 005 Epidoto. 006 Clorita. 007 Clorita.

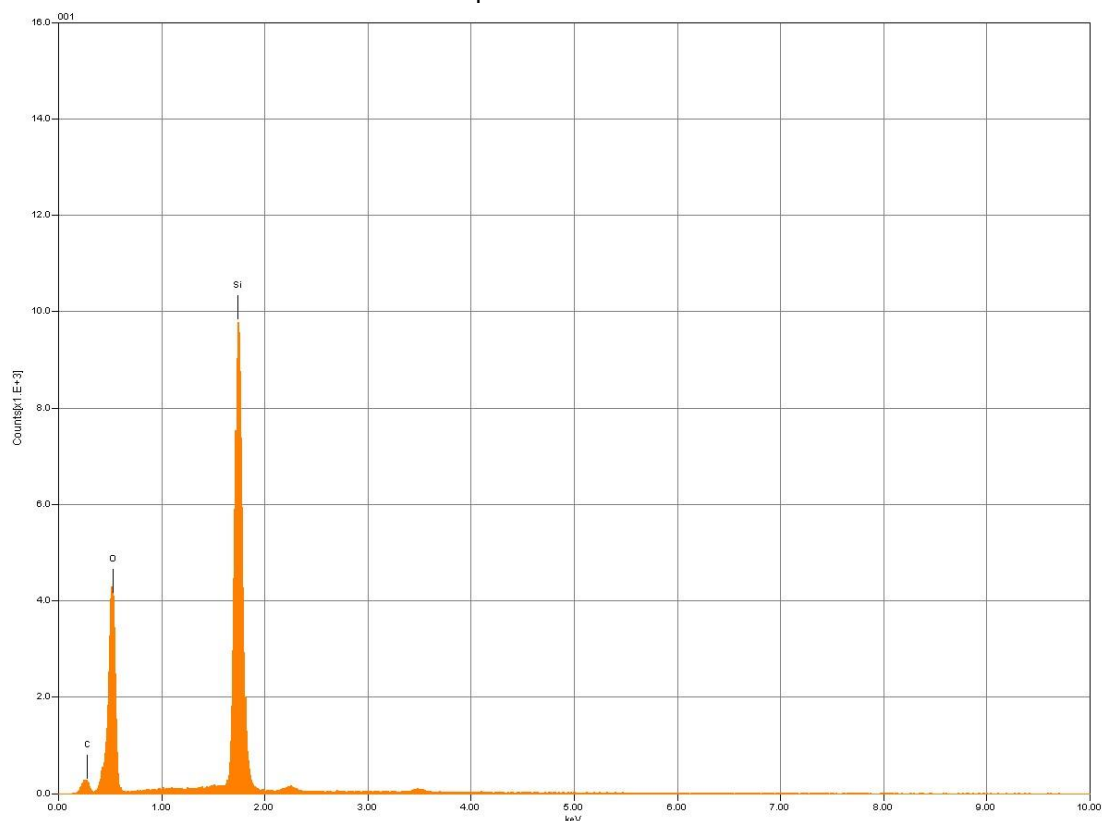


Espectro total cena 5.

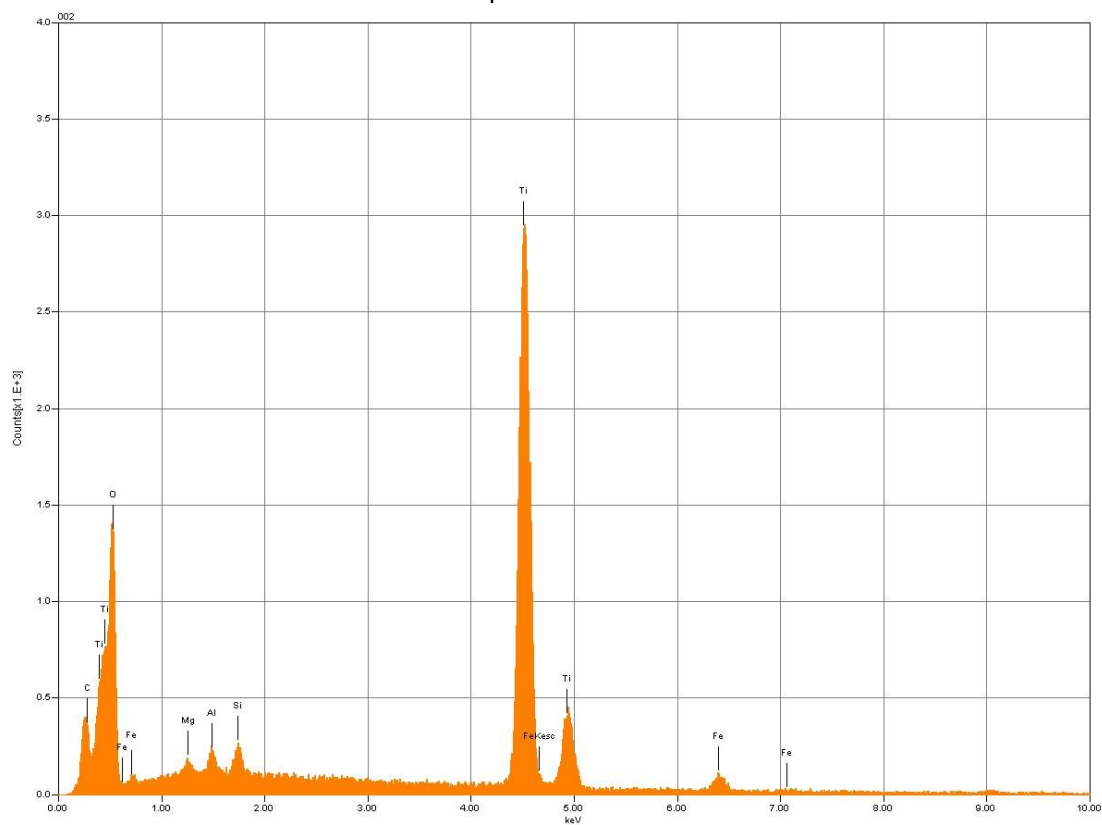




Espectro 001 Quartzo.

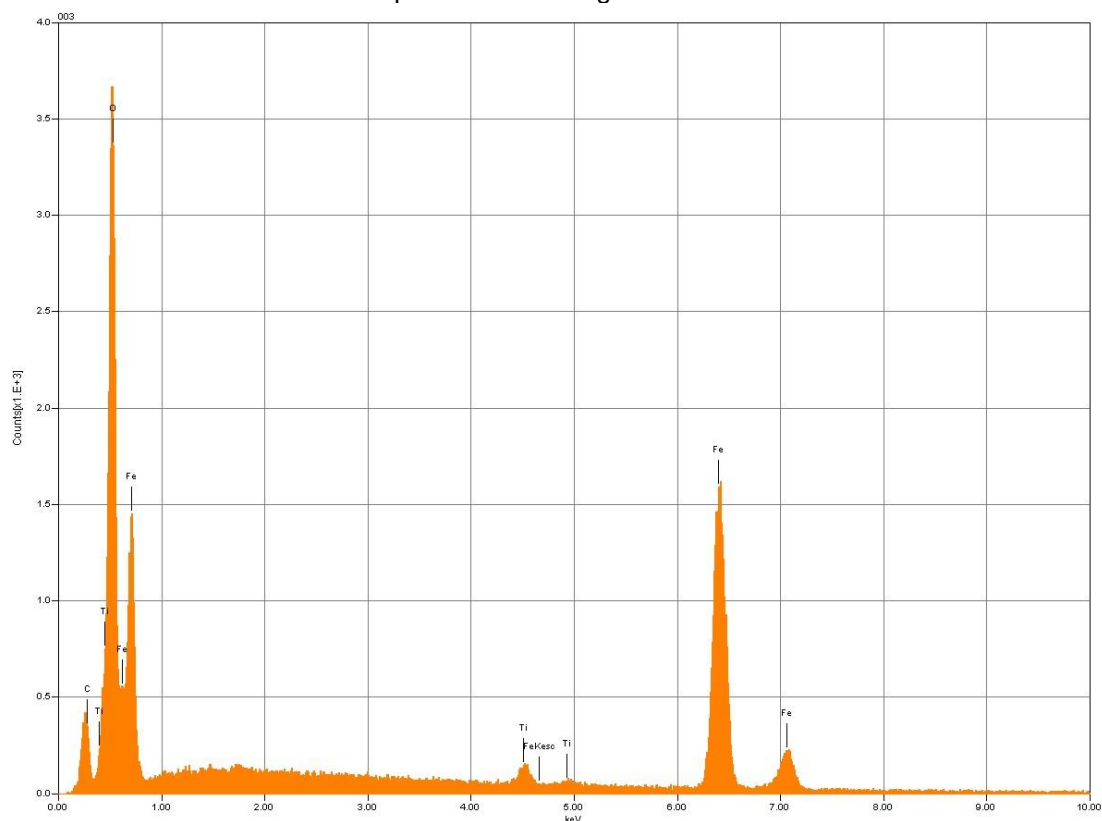


Espectro 002 Rutilo.

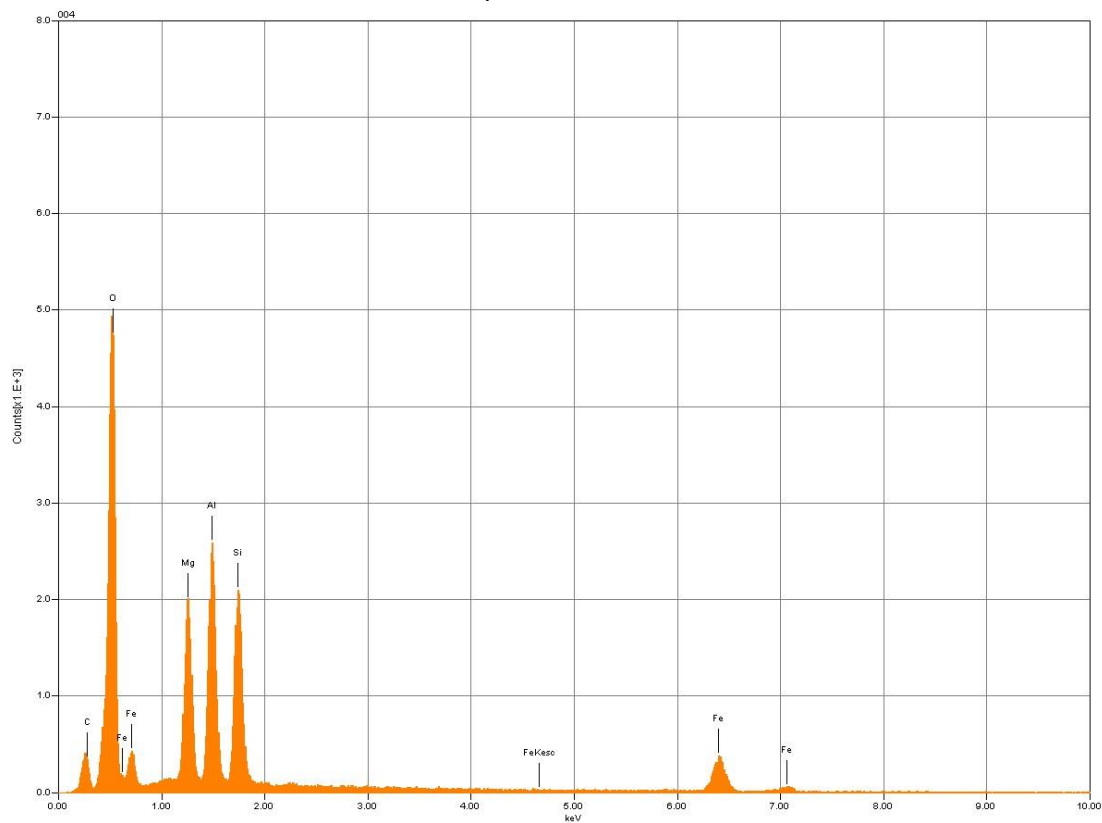




Espectro 003 Ti-magnetita/hematita.

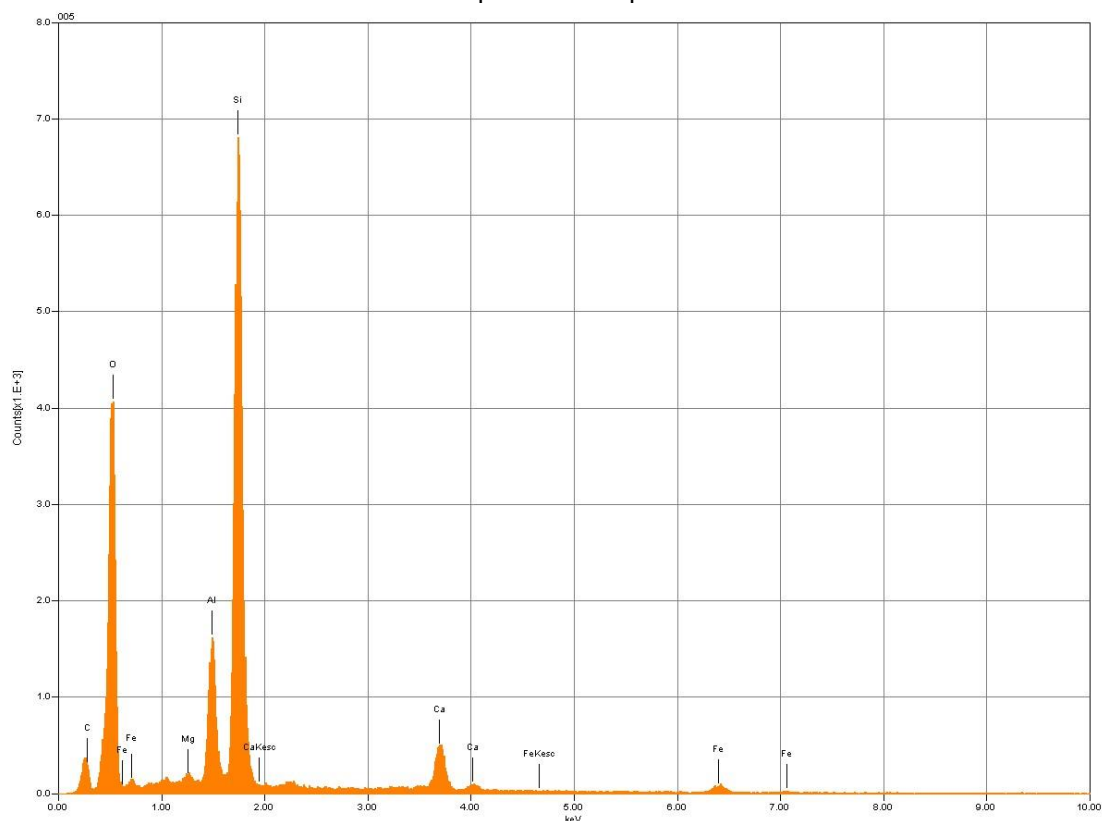


Espectro 004 Clorita.

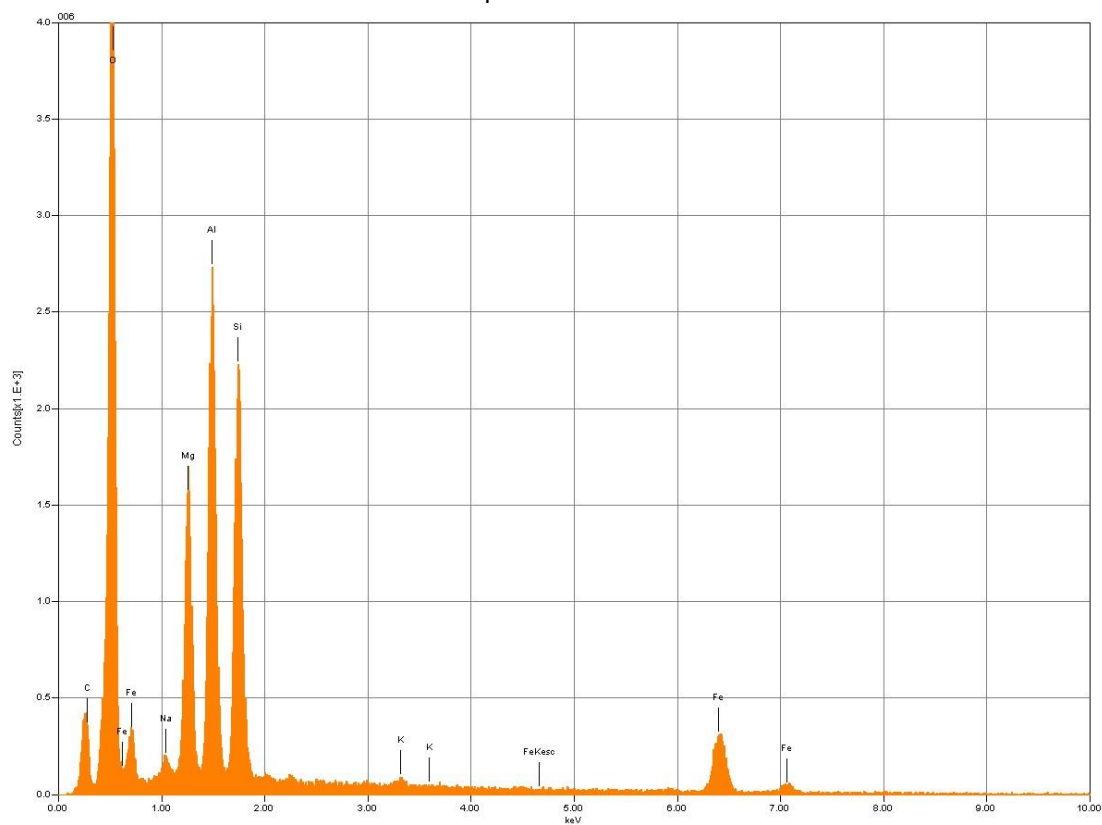




Espectro 005 Epidoto.

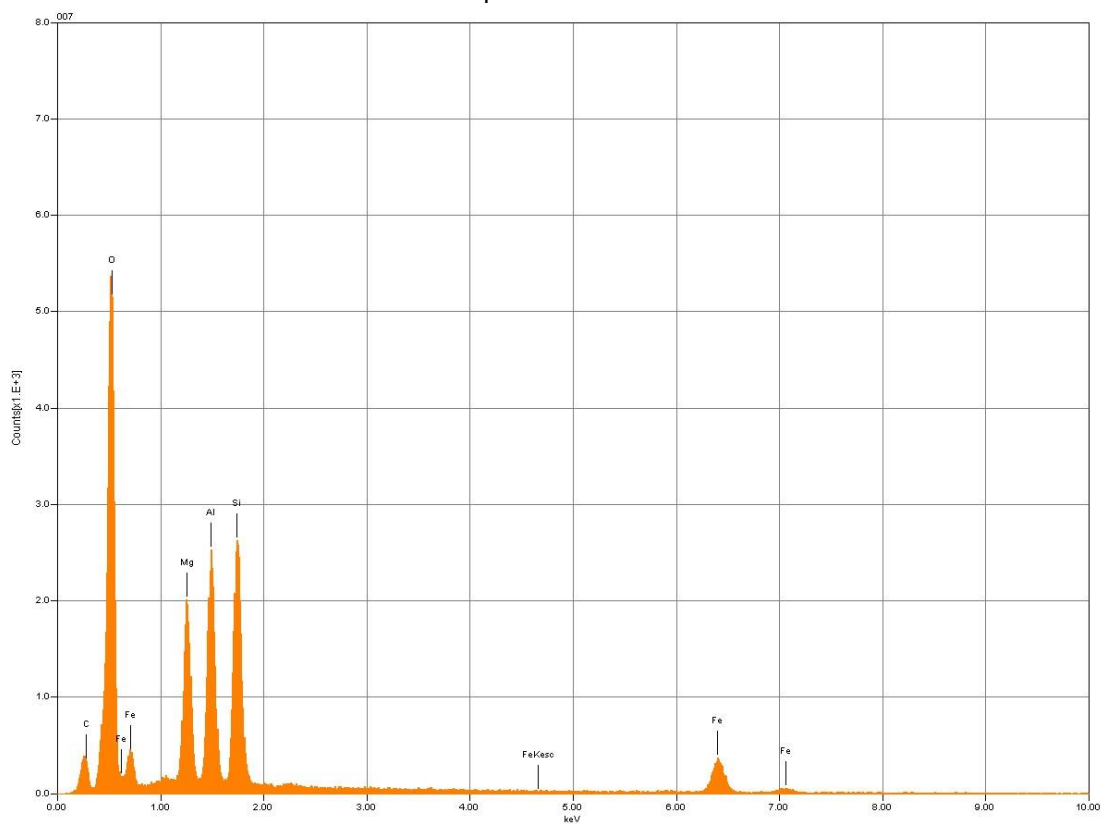


Espectro 006 Clorita.





Espectro 007 Clorita.





TF18-XIV-91

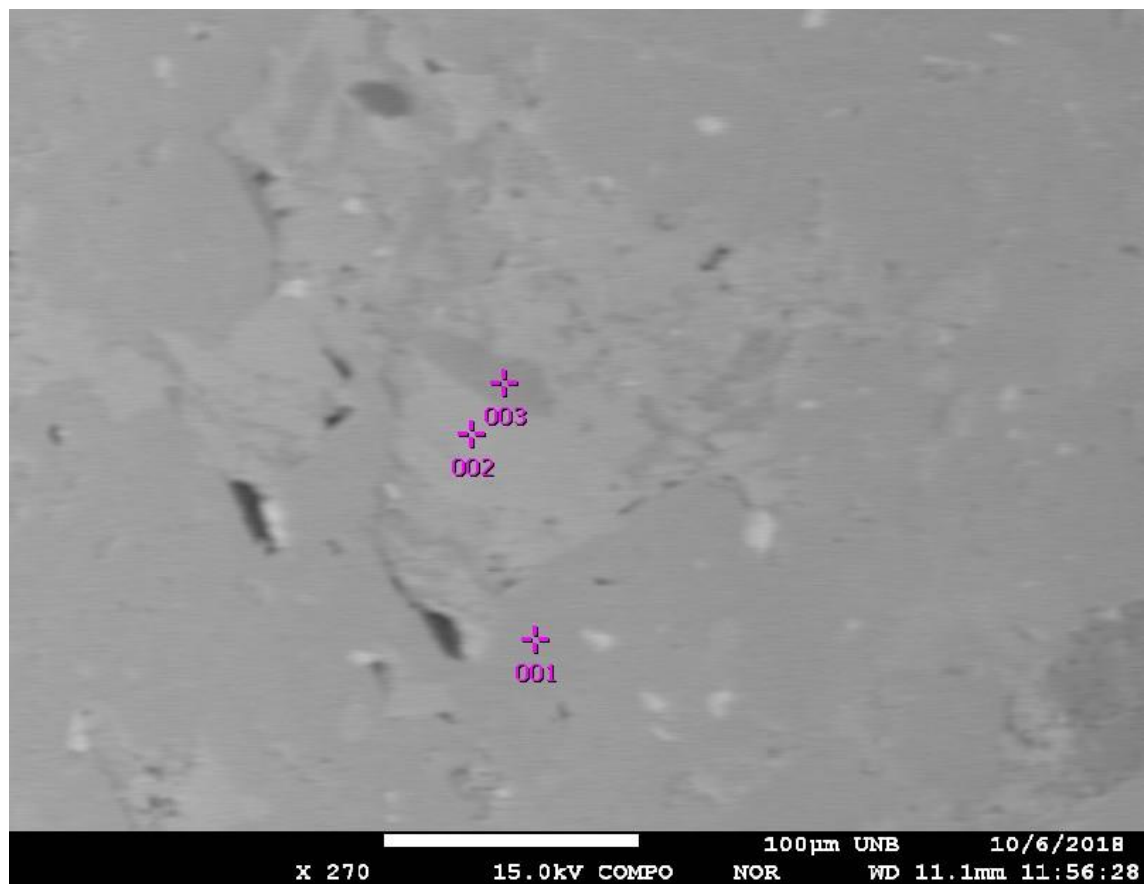
Observações:

- Ocorrência de epidoto, titanita e biotita dentro do anfibólio.
- Biotita provavelmente é neoformada, pois em biotita hidrotermal o Ti é quase nulo, aqui apresenta-se intermediário.
- Resultados WDS:

Óxido	%
Na ₂ O	0,299
MgO	14,371
F	0
Al ₂ O ₃	1,628
SiO ₂	51,186
CaO	12,225
K ₂ O	0,132
Cl	0
TiO ₂	0,067
Cr ₂ O ₃	0,081
MnO	0,294
NiO	0,023
FeO	15,254
V ₂ O ₃	0
Total	95,56

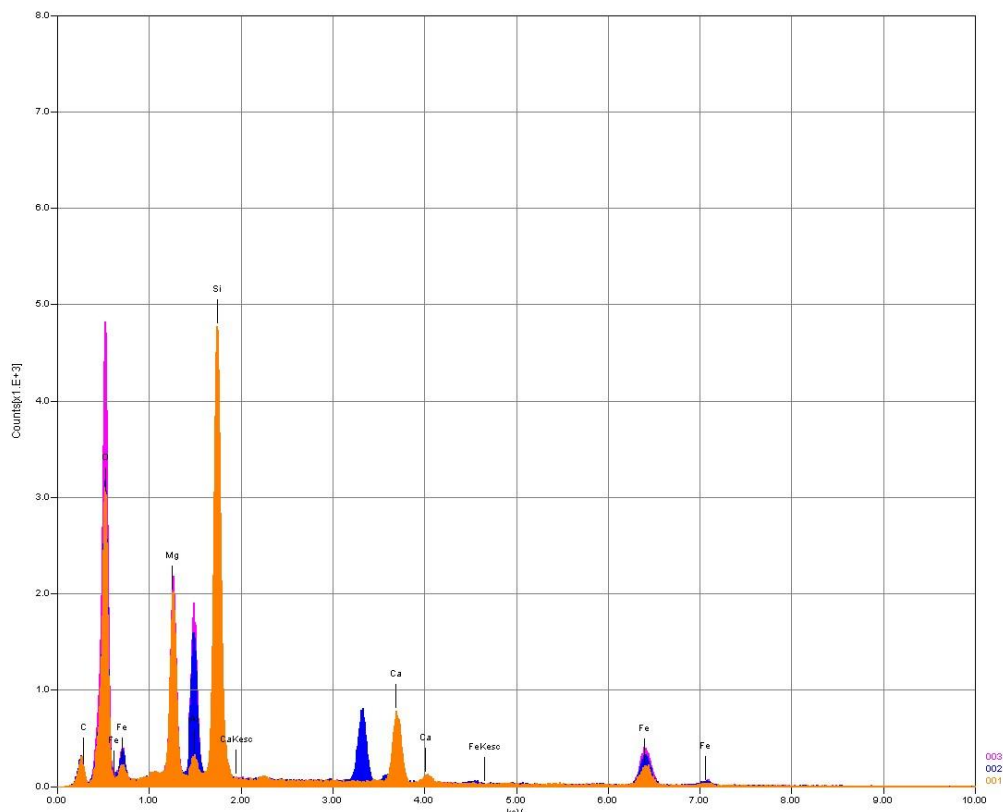


Cena 1: 001 Actinolita (WDS - Fe e Ca). 002 Biotita. 003 Clorita.

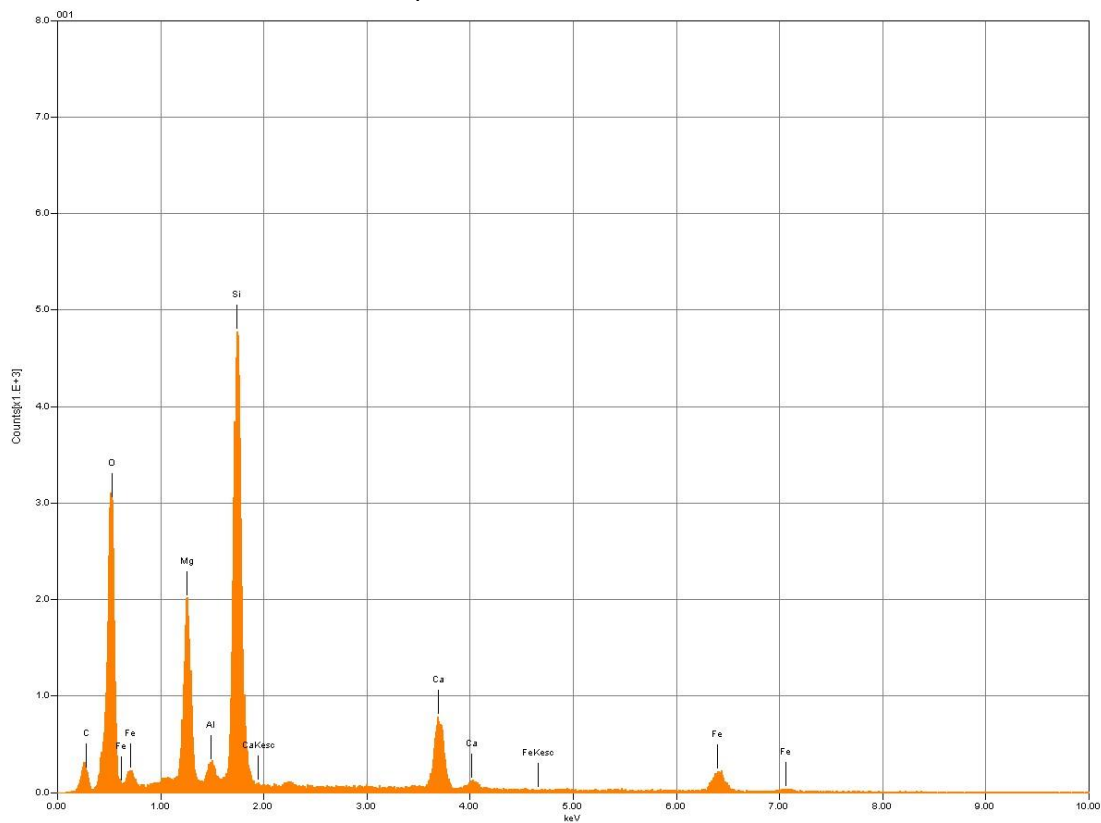




Espectro total cena 1.

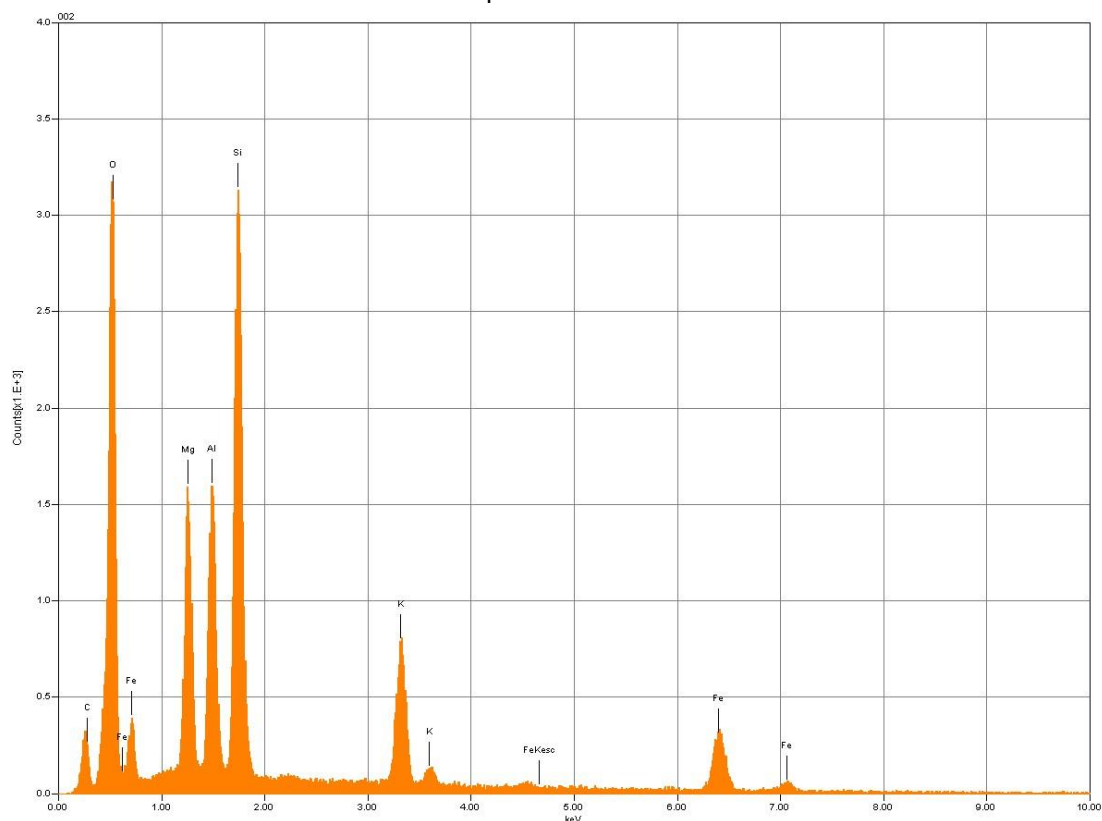


Espectro 001 Acntinolita – WDS.

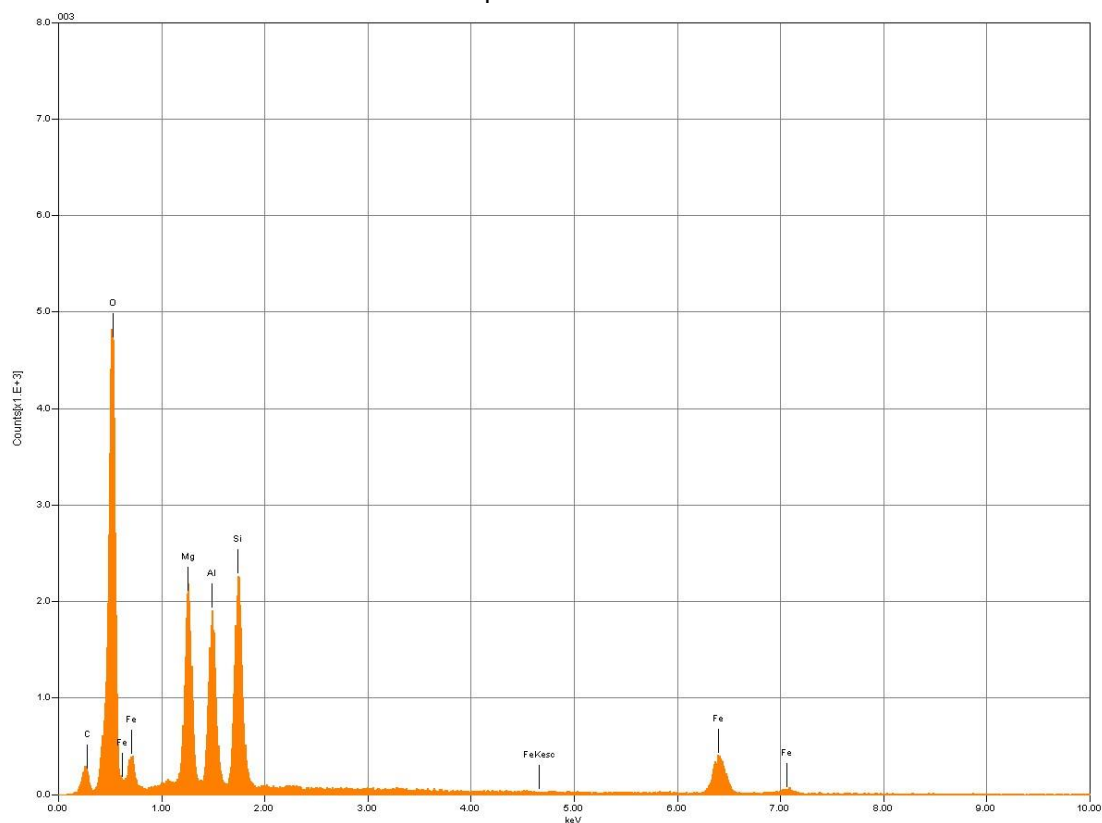




Espectro 002 Biotita.

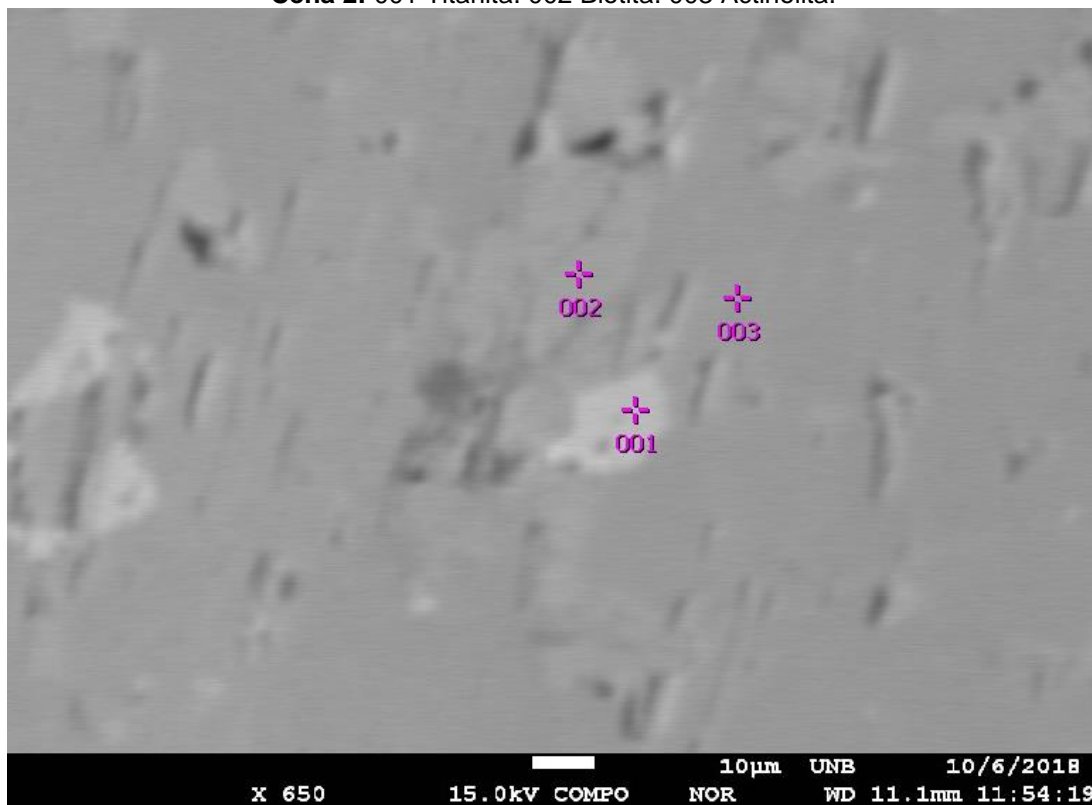


Espectro 003 Clorita.

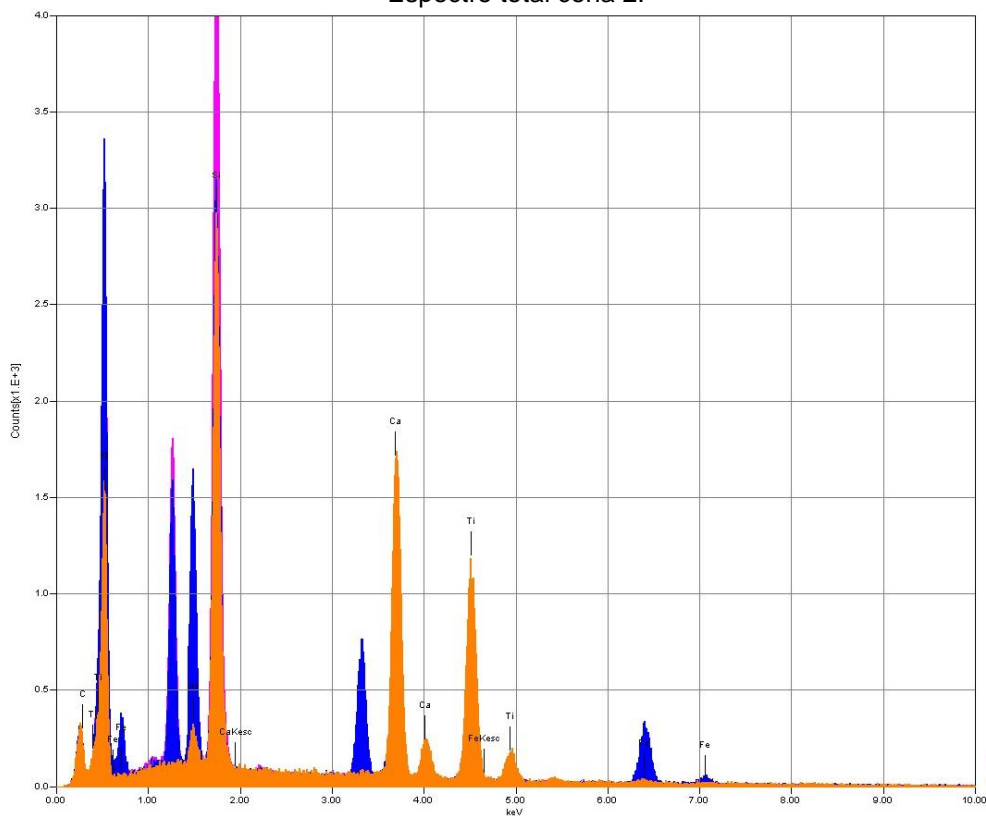




Cena 2: 001 Titanita. 002 Biotita. 003 Actinolita.

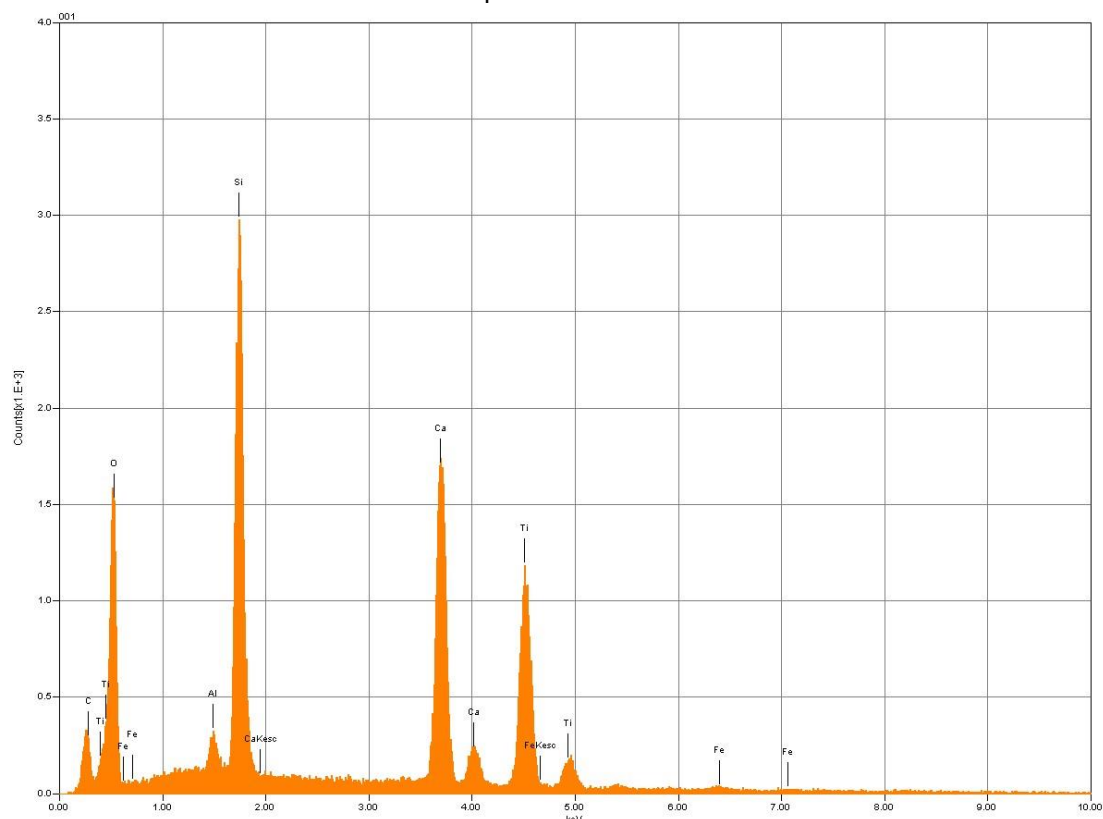


Espectro total cena 2.

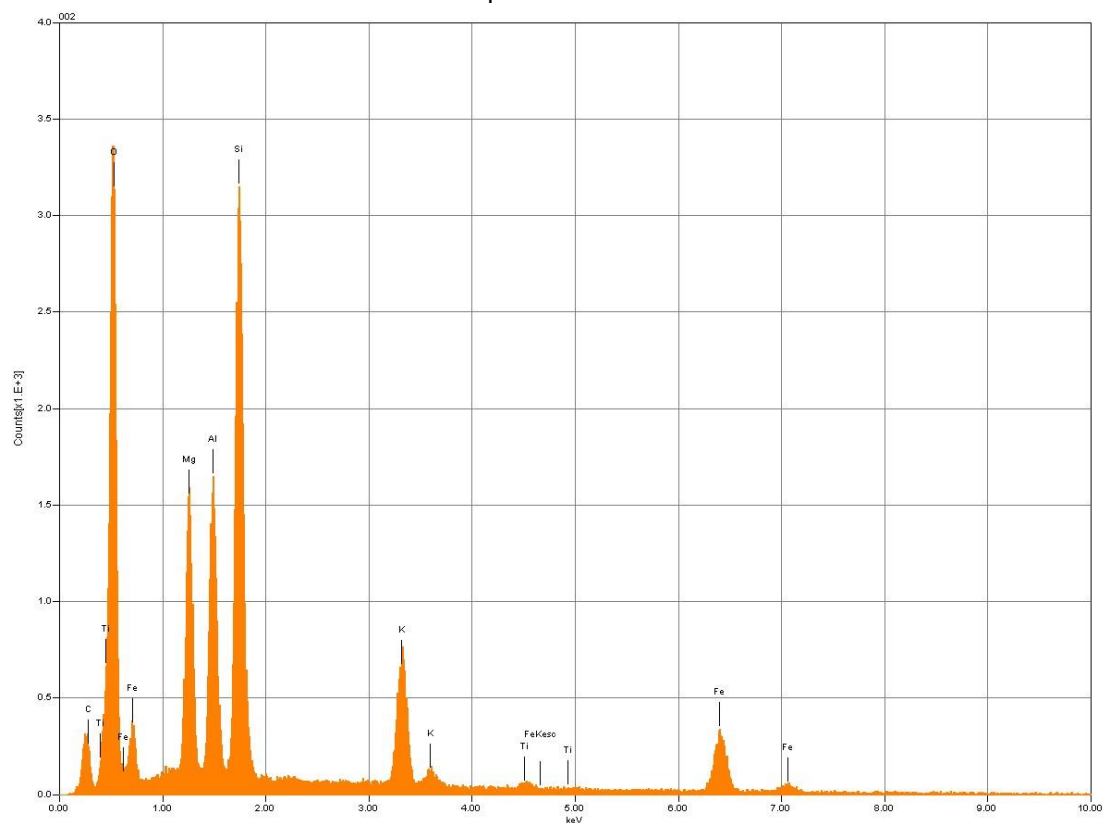




Espectro 001 Titanita.

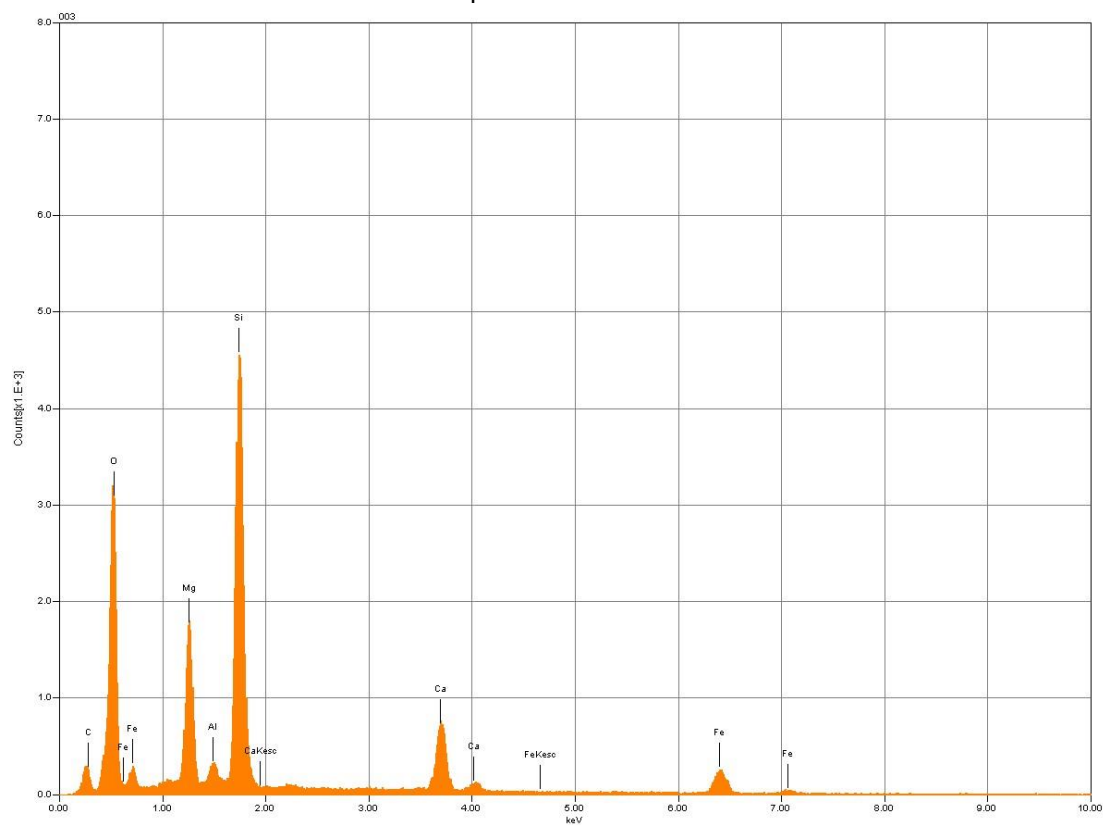


Espectro 002 Biotita.





Espectro 003 Actinolita.

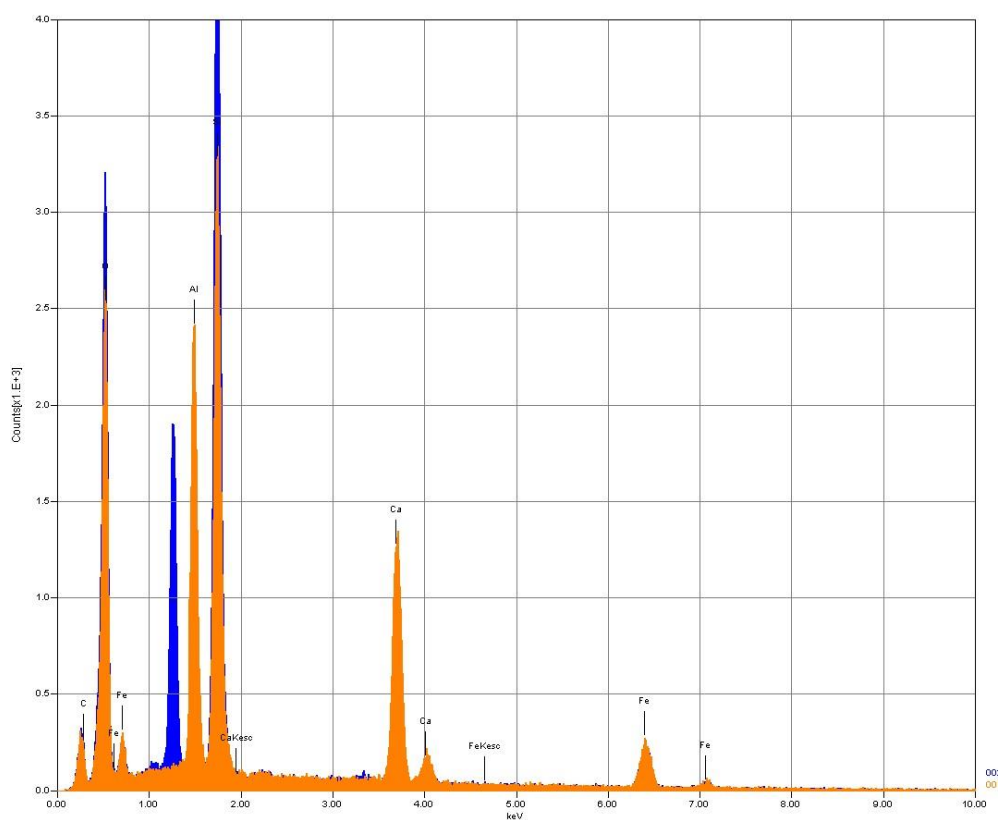




Cena 3: 001 Epidoto. 002 Actinolita.

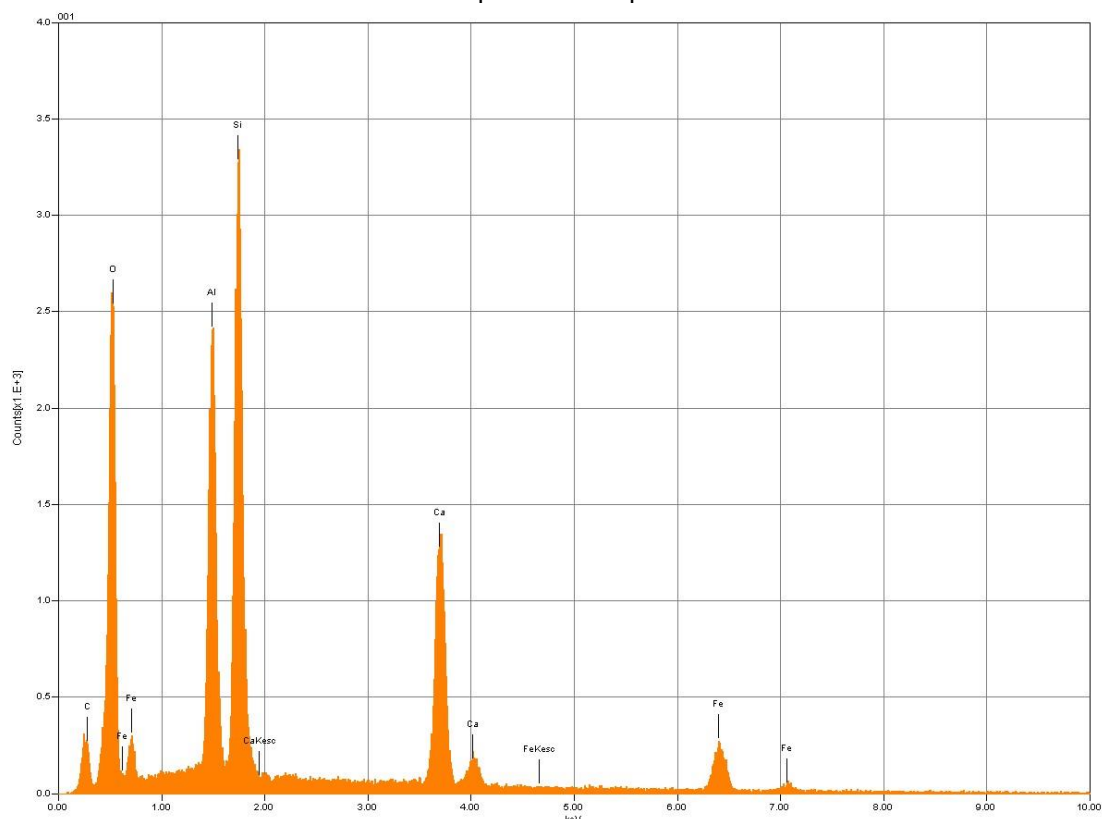


Espectro total cena 3.

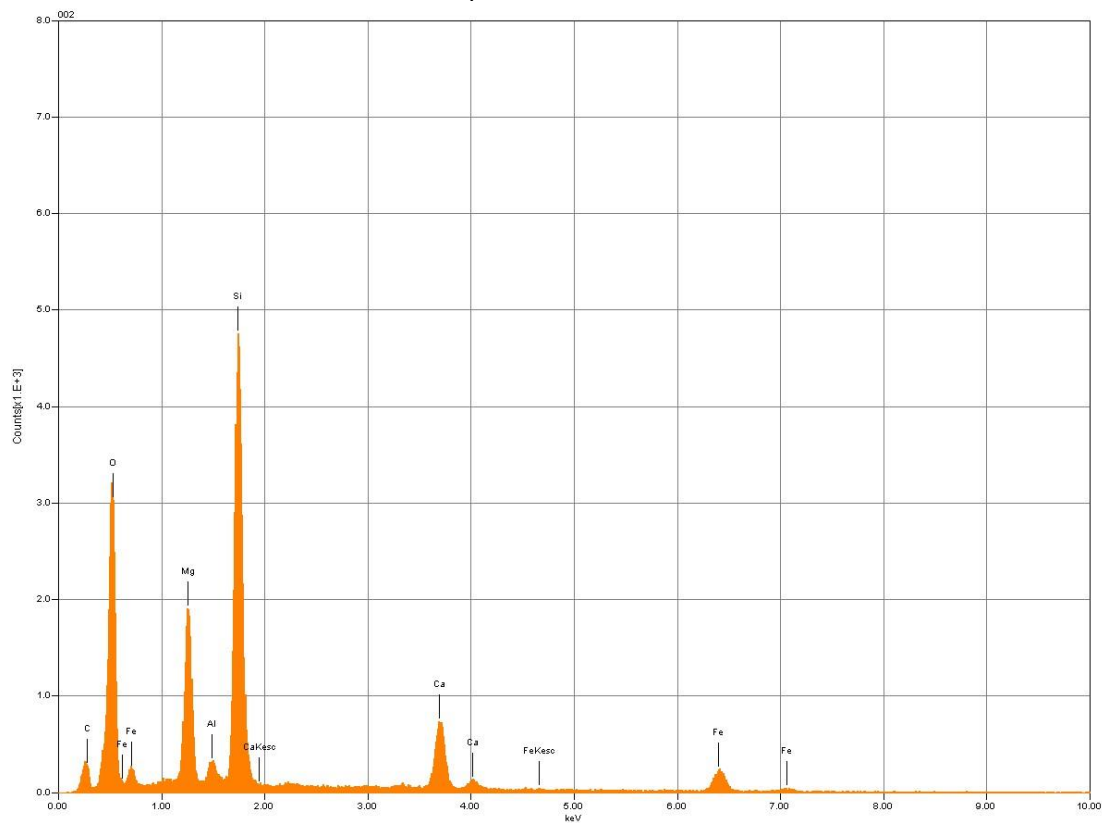




Espectro 001 Epidoto.



Espectro 002 Actinolita.





Anexo 3 – Quadro de idades propostas para unidades descritas no Projeto Monte do Carmo.

Unidade		Idade (Ma)	T _{DM} (Ga)	ε _{ND(t)}	Autores
Complexo Granulítico Porto Nacional	Ortoderivadas	2097±2; 2153±1 e 2125±3 Ma (Pb-Pb)	2,40 Ga	(2,15 Ga) +0,97 e +2,16	Gorayeb <i>et al.</i> , (2000); Gorayeb & Moura (2002)
	Paraderivadas	2072±3 a 2110±3 Ma (Pb-Pb)	2,55 Ga	(2,15 Ga) - 1,56	Gorayeb <i>et al.</i> , (2000); Gorayeb & Moura (2002)
Complexo Rio dos Mangues	Ortoderivados	Entre 2054±4 Ma e 2086±16 Ma (Pb-Pb)	2,25; 2,21 e 2,35 Ga	(2,06 Ga) +0,86 e - 1,04; (2,12 Ga) +2,40	Arcanjo (2002)
	Paraderivadas	Proveniência entre 2000 e 2250 Ma, com tendência em 2100 Ma	-	-	Ribeiro & Alves (2017)
Complexo Gabro-Anortosítico Carreira Comprida		2071±4 Ma (Pb-Pb) ¹	-	-	Gorayeb e Moura (2001)
Suíte Vulcânica Santa Rosa		2137±12 Ma (Pb-Pb) 2086±10 Ma (U-Pb)	- 2,11 e 2,17 Ga	- (2,08 Ga) +2,2 e +2,9	Sachett <i>et al.</i> , (1996) Saboia (2009)
Suíte Ipueiras	Granito do Carmo	2045±34 Ma (Pb-Pb) 2048±13 Ma (U-Pb) 2083±21 Ma (U-Pb)	2,13 Ga 1,99 e 2,07 Ga	(2,04 Ga) +2,05 (2,08 Ga) +3,35 e +3,52	Sachett <i>et al.</i> , (1996) Saboia (2009) Maia (2016)
		Granito Areias	2086±5 Ma (Pb-Pb)	2,18 e 2,19 Ga (2,08 Ga) +2,27 e +2,26	Chaves <i>et al.</i> , (2008)
		Granito Itália	2078±4 Ma (Pb-Pb)	-	Chaves <i>et al.</i> , (2008)
	Granito Ipueiras	2073±2 Ma (Pb-Pb)	2,15 e 2,17 Ga	(2,08 Ga) +2,49 e +2,89	Chaves <i>et al.</i> , (2008)
Grupo Natividade		Idade máxima de deposição de 1779±6 Ma	-	-	Silva <i>et al.</i> , (2005)



Formação Monte do Carmo	Máficas	-	0,86 e 1,01 Ga	(0,588 Ga) +1,08 e +3,10	Saboia (2009)
	Arcóseo	-	1,67 e 1,85 Ga	(0,588 Ga) - 8,96 e -11,11	Saboia (2009)
	Piroclástica félsica	Idade máxima de deposição em torno de 600 Ma (Pb-Pb)	1,54 a 1,91 Ga	(0,588 Ga) - 5,32 e -10,37	Saboia (2009)
	Andesitos	588±8 Ma (U-Pb)	-	-	Ribeiro & Alves (2017)
	Brecha vulcânica	643±10 Ma (U-Pb)	-	-	Ribeiro & Alves (2017)
Suíte Aliança	Granodiorito-Tonalito Aliança	593±59 Ma (U-Pb)	-	-	Ribeiro & Alves (2017)
Granito Aroeira		571±2 Ma (Pb-Pb)	-	-	Quaresma e Kotschoubey (2001)
		-	1,4 Ga	(0,55) -4,73	Ribeiro & Alves (2017)
Suíte Lajeado	Granito Lajeado	547±4 Ma (Pb-Pb)	1,71 e 1,86 Ga	(0,55 Ga) - 10,5 e -9,8	Gorayeb <i>et al.</i> , (2013)
		554±5 Ma (U-Pb)	1,82 Ga	(0,55 Ga) - 9,16	Ribeiro & Alves (2017)
	Granito Matança	552±4 Ma (Pb-Pb)	1,93 e 2,10 Ga	(0,55 Ga) - 13,3 e -13,1	Gorayeb <i>et al.</i> , (2013)
		551±4 Ma (U-Pb)	1,58 Ga	(0,55 Ga) - 10,31	Ribeiro & Alves (2017)
	Granito Palmas	548±2 Ma (Pb-Pb)	1,73 e 1,81 Ga	(0,55 Ga) - 10,3	Gorayeb <i>et al.</i> , (2013)
			1,67 Ga	(0,55 Ga) - 9,73	Ribeiro & Alves (2017)



Anexo 4 – Mapa Geológico do Projeto Monte do Carmo.



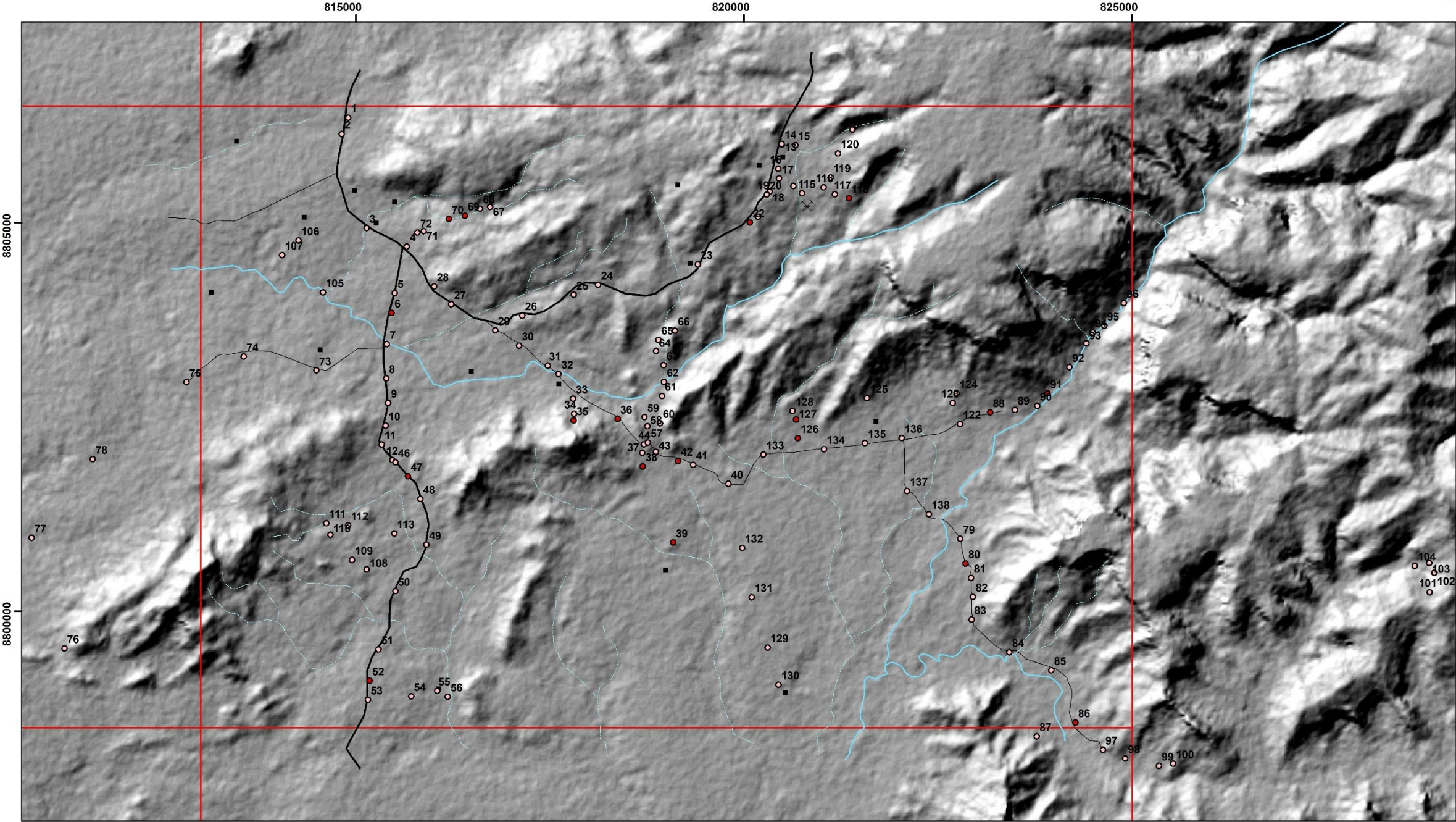
Anexo 5 – Mapa Estrutural do Projeto Monte do Carmo.



Anexo 6 – Mapa de Pontos Área XIV.



MAPA DE PONTOS DA ÁREA XIV - PROJETO MONTE DO CARMO
ESCALA 1:50.000



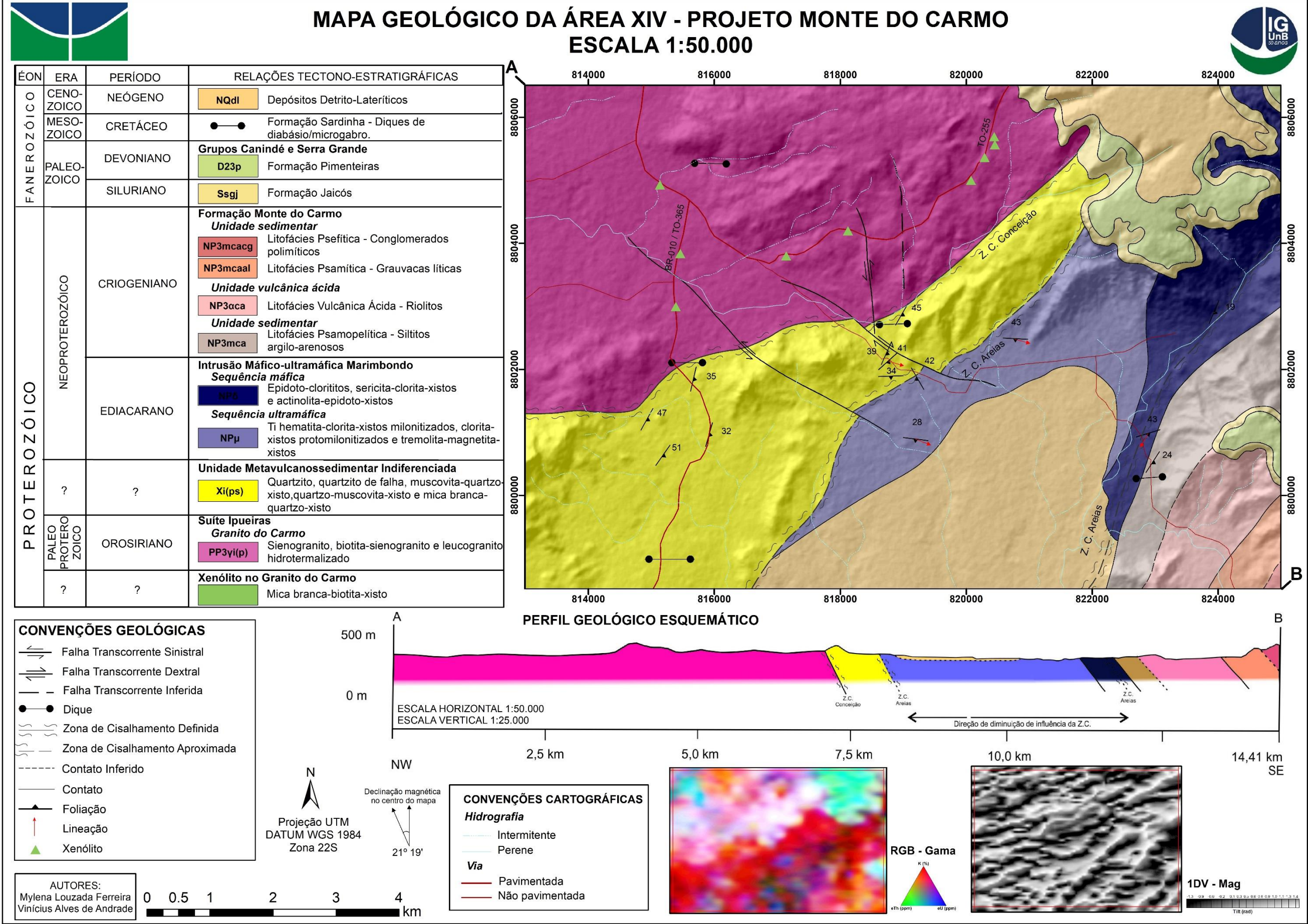
Covenções Cartográficas	
<ul style="list-style-type: none">○ Ponto● Ponto com lâmina delgada	Localidades <ul style="list-style-type: none">■ Fazenda✕ Pedreira
Vias de acesso <ul style="list-style-type: none">— Rodovia— Estradas	Drenagens <ul style="list-style-type: none">— Intermitente— Perene

Autores:
Mylene Louzada Ferreira
Vinícius Alves de Andrade





Anexo 7 – Mapa Geológico Área XIV.





Anexo 8 – Quadro de dados e anotações de campo Área XIV.

Código do Ponto	Dia	Lat (S)	Long (E)	Toponímia	Tipo	Descrição	Rocha	Amostra
TF2018_XIV_1	03/jul	8806350	814900	Beira da TO-255	Lajedo	Beira da TO-255. Afloramento decamétrico em lajedo e com vários blocos. Granito com textura granular, grãos (~1 cm) centimétricos inequigranulares, sendo os grãos de KF os de maior granulação, por vezes porfírico. Quartzo e biotita equigranulares. Apresenta somente fraturamento. Não há evidências de deformação dúctil. Qtz 35%; KF 50%; CPX 15%; biotita 1%.	Sienogranito	Não
TF2018_XIV_2	03/jul	8806140	814816	Beira da TO-255	Blocos	A - Blocos de granito alterado nas margens da rodovia TO-255. Rocha granular composta principalmente por quartzo e KF. Muito microfraturada, evidência de percolação de fluido. Cristalização de mineral escuro, provavelmente biotita. B - Presença de laterito também no afloramento.	A - Sienogranito/ B - Laterito	Sim
TF2018_XIV_3	03/jul	8804930	815138	Beira da TO-255	Lajedo	Ponto nas margens da TO-255. A - Blocos pontuais de rocha de granulação muito fina, de matriz esverdeada praticamente afanítica, só é possível distinguir cristais euhedricos pretos. Sua alteração intempérica gera cor esbranquiçada, enquanto a coloração normal é cinza escura/esverdeada. B - Maior quantidade de blocos de rocha plutônica de granulação média e composição intermediária, com muito quartzo e plagioclásio, e pequena quantidade de KF. Presença de massa esverdeada, porções arroxeadas e pirita na capa de alteração. Pode ser uma fácies mais fina e diferenciada do granito. C - Rocha in situ: rocha de granulação média a grossa, equigranular, composta por grande quantidade de KF (60%), quartzo (25%), biotita (15%); que se estende por aproximadamente 100 metros a leste.	A - Mica branca-biotita-xisto (Xenólito)/ B - Leucogranito/ C - Biotita-sienogranito	Sim
TF2018_XIV_4	03/jul	8804691	815656	Entrada para TO-040	Blocos	Blocos in situ na entrada para TO-040 / BR-010. Trata-se de rocha granítica de granulação grossa com muito quartzo e fenocristais de KF. Mesma rocha do ponto 01.	Sienogranito	Não



Código do Ponto	Dia	Lat (S)	Long (E)	Toponímia	Tipo	Descrição	Rocha	Amostra
TF2018_XIV_5	03/jul	8804092	815500	Beira da TO-040	Blocos	Mega veio de quartzo às margens da TO-040.	Veio de quartzo	Não
TF2018_XIV_6	03/jul	8803839	815460	Beira da TO-040	Corte de estrada	Afloramento em pequeno corte de estrada com rocha de granulometria fina (argila), litificada, foliada, composta por uma massa esverdeada e grãos pretos euhedrais. Alteração intempérica vermelha/arroxada. Provável argilito metamorfozido.	Mica branca-biotita-xisto (Xenólito)	Sim
TF2018_XIV_7	03/jul	8803436	815399	Drenagem TO-040	Leito de drenagem	Rochas aflorantes em drenagem são granito com fenocristais de KF e plagioclásio, massa esverdeada e biotita preenchendo microfraturas. Capa de alteração preta, provavelmente manganês.	Sienogranito	Sim
TF2018_XIV_8	03/jul	8802995	815390	Beira da TO-040	Lajedo	Afloramento em planta às margens da TO-040. Rocha esverdeada muito foliada com boxworks e grãos euhedrais oxidados gerando textura granoblástica (~0,2cm). Alteração intempérica acentuada e presença de mica branca (sericita?). Massa verde definindo textura lepidoblástica. Possivelmente o mesmo protólito do ponto 06.	Mica branca-biotita-xisto (Xenólito)	Sim
TF2018_XIV_9	03/jul	8802679	815416	Beira da TO-040	Blocos	Afloramento de veio de quartzo em sarjeta natural na beira da TO-040. Aumento da quantidade de blocos e solo mais claro.	Veio de quartzo	
TF2018_XIV_10	03/jul	8802387	815383	Beira da TO-040	Blocos	Blocos in situ na TO-040 de granito de granulação muito grossa alterado intempericamente, com KF, quartzo e biotita.	Biotita-sienogranito	Sim
TF2018_XIV_11	03/jul	8802145	815332	Beira da TO-040	Lajedo	Afloramento em planta de rocha vulcânica básica de cor esverdeada, granulação fina. Não foi possível medir a direção do derrame.	Dique diabásio	Sim
TF2018_XIV_12	03/jul	8801943	815470	Beira da TO-040	Blocos	Às margens da TO-040, presença de rocha sedimentar de granulometria fina a média metamorfozizada em baixo grau com dobras decimétricas marcadas por sericita. Muito alterada.	Mica branca-quartzo-xisto (Rocha de falha)	Não
TF2018_XIV_13	04/jul	8806004	820490	Beira da TO-255	Blocos	Primeiro ponto dia 04/07 - ponto de controle. Caminhamento na Região dos Dourados.	Controle	Não



Código do Ponto	Dia	Lat (S)	Long (E)	Toponímia	Tipo	Descrição	Rocha	Amostra
TF2018_XIV_14	04/jul	8806012	820486	Beira da TO-255	Blocos	Granito às margens da TO-255 de granulação grossa, equigranular, com plagioclásio saussuritizado, epidoto, pouca biotita cloritizada, muito KF e muito quartzo. Granito leucocrático, com pouquíssimos minerais máficos. Contagem total no gamaespectrometro 425cps - muito elevada; U: 6ppm e o Th: 28ppm. K: 3,5%. Anomalia de tório (o normal é 3 vezes mais tório que urânio). A contagem deu alta devido a provável contribuição do embasamento.	Biotita-sienogranito	Não
TF2018_XIV_15	04/jul	8805998	820663	Drenagem TO-255	Drenagem	A - Aproximadamente 200 m de afloramentos do mesmo granito durante o caminhar na estrada. B - Drenagem de baixa energia com presença de aluvião. Areia com contagem total no gamaespectômetro muito baixa, tem mais contribuição da Bacia do Parnaíba do que dos granitos.	A - Sienogranito/ B - Aluvião	Não
TF2018_XIV_16	04/jul	8805693	820444	Próximo à TO-255	Trincheira	A - Zona de silicificação com veio de quartzo maciço, isotrópico, com 3m de largura e extensão aparente de 20m. B - 20 metros a sul, rocha metassedimentar muito fina com foliação de direção aproximadamente NS e alteração intempérica rosa-avermelhada. Deformação/bulldinagem de direção NS indica compressão aproximadamente EW. Contagem total chega a mais de 700cps por ser zona de silicificação e potassificação. Muito potássio (5%), urânio 30ppm e tório 10ppm. Anomalia de urânio porque ele é mais móvel em hidrotermalismo. Mais de 6% de K ₂ O (micas têm 10%) já indica alta concentração de mica geradas pelo hidrotermalismo. Estranho não ter mantido o tório alto porque ele é imóvel, corrobora com a ideia da rocha metassedimentar ser um xenólito. C - Granito com veios sulfetados. Geralmente os veios sulfetados estão relacionados a zonas verticalizadas, aqui pode estar relacionado a uma rampa frontal - possível explicação para os baixos mergulhos. Sigmoides indicam compressão aproximadamente NE-SW. Veios secundários de abertura de direção	A - Veio de quartzo/ B - Mica branca-biotita-xisto (Xenólito)/ C - Biotita-sienogranito	Não



Código do Ponto	Dia	Lat (S)	Long (E)	Toponímia	Tipo	Descrição	Rocha	Amostra
						nordeste. Foliação 250/30 e lineação 30/270. Mais 20m a sul, contato entre granito e metassedimentar. Pode ser relação encaixante/intrusão, megaxenólitos.		
TF2018_XIV_17	04/jul	8805567	820454	Próximo à TO-255	Lajedo	Granito sulfetado e pouco deformado. Composto por KF, quartzo, biotita, anfibólio e pirita. Máficos alterados para epidoto e clorita. Presença de veios, principalmente de direção NS, e veios secundários de direção NW-SE. Manchas de oxidação no granito, possivelmente devido a oxidação do sulfetos. Gamaespectrômetro indicou CT 550, U 8, K 5 e Th 31. 50 a sul, presença de xenólitos da encaixante. Rocha fina, avermelhada e foliada.	Biotita-sienogranito/mica branca-biotita-xisto (Xenólito)	Sim
TF2018_XIV_18	04/jul	8805399	820332	Beira da TO-255	Corte de estrada	Às margens da TO-255, talude de veio de quartzo maciço e cego (não mineralizado) de aproximadamente 1m de espessura e direção aproximada NW-SE. Pode ser estrutura secundária formada a partir do LTB.	Veio de quartzo	Não
TF2018_XIV_19	04/jul	8805362	820293	Beira da TO-255	Corte de estrada	A - Talude da rocha metassedimentar que vimos dentro do granito nos pontos anteriores. Cor de alteração intempérica rosada, granulometria muito fina. Possível megaxenólito. Se for, de qual unidade? Desafio: qual a sequência do xenólito e qual a relação com os granitos. B - Veios de quartzo centimétricos. C - Sienogranito alterado intempericamente.	A - Mica branca-biotita-xisto (Xenólito)/ B - Veios de quartzo/ C - Sienogranito	Sim
TF2018_XIV_20	04/jul	8805362	820296	Beira da TO-255	Lajedo	Granito leucocrático em planta rico em quartzo e KF com tension gashes NW.	Sienogranito	Não
TF2018_XIV_21	04/jul	8805075	820181	Drenagem TO-255	Leito de drenagem	Drenagem a aproximadamente 7m a sudeste da TO-255 com granito leucocrático equigranular (quartzo, KF) um pouco mais fino (~0,2cm) que o ponto anterior.	Sienogranito	Não
TF2018_XIV_22	04/jul	8805001	820077	Beira da TO-255	Corte de estrada	Talude na TO-255 de A - sienogranito isotrópico com B - enclaves da rocha fina esverdeada de alteração rosa-avermelhada que provavelmente já estava foliada quando foi incorporada. Os enclaves chegam a ser métricos. C - Veios de quartzo subhorizontais. Provavelmente teve digestão parcial (contaminação) - incorporou parte da encaixante no magma mas não tudo.	A - Sienogranito/ B - Mica branca-biotita-xisto (Xenólito)/ C - Veio de quartzo	Sim



Código do Ponto	Dia	Lat (S)	Long (E)	Toponímia	Tipo	Descrição	Rocha	Amostra
						Quando é muito forte gera um magma híbrido). Venulações de quartzo são muito frequentes. Enclave: K5,5%. U17ppm. Th27ppm. CT 660cps. Granito: K4%. U8ppm. Th35ppm. CT 600cps. O enclave pode estar hidrotermalizado devido aos valores maiores que do granito. Razão U/Th mudando muito. O potássio tá mt alto pra uma metamáfica (a não ser que ela esteja hidrotermalizada) e também muito alto pra um siltito.		
TF2018_XIV_23	04/jul	8804463	819408	Beira da TO-255	Blocos	Taludes de sienogranito dos dois lados da TO-255. Venulados.	Sienogranito	Não
TF2018_XIV_24	04/jul	8804199	818122	Beira da TO-255	Corte de estrada	Antiga pedreira ou cascalheira. A - Sienogranito intemperizado, tanto em planta quanto em perfil. B - Ainda com os mesmo xenólitos em planta. As vezes parece uma intercalação, pode ser que esse granito tenha sido injetado ao logo dos planos da rocha - injeção lit par lit (leito por leito). Significa que é muito posterior. Isso se repete tanto centimetricamente quanto decametricamente.	A - Sienogranito/ B - Mica branca-biotita-xisto (Xenólito)	Não
TF2018_XIV_25	04/jul	8804071	817806	Beira da TO-255	Blocos	Blocos de sienogranito fresco às margens da TO-255, porfirítico, com fenocristais de KF, bem leucocrático. CT 600cp; K6%, U10ppm, Th35ppm - todos os valores são altos mas não tem anomalia.	Sienogranito	Sim
TF2018_XIV_26	04/jul	8803802	817143	Beira da TO-255	Corte de estrada	Talude de 100m de comprimento por 50m de altura, de A - sienogranito alterado com pods de granito menos alterado, com intemperismo por acebolamento, mantendo o núcleo preservado; e B - xenólitos da mesma rocha de alteração rosada; e C - veios subverticais, secundários e escalonados, em duas direções principais 307/90 e 115/90. Regiões de intensa silicificação.	A - Sienogranito/ B - Mica branca-biotita-xisto (Xenólito)/ C - Veio de quartzo	Não
TF2018_XIV_27	04/jul	8803950	816229	Beira da TO-255	Corte de estrada	Talude de aproximadamente 10m de comprimento e 1,5m de altura de sienogranito intemperizado formando saprólito vermelho.	Sienogranito	Não



Código do Ponto	Dia	Lat (S)	Long (E)	Toponímia	Tipo	Descrição	Rocha	Amostra
TF2018_XIV_28	04/jul	8804178	816008	Beira da TO-255	Blocos	Blocos de granito a beira da TO-255 mais porfiríticos (hiatal), com matriz grossa. Mais plagioclásio que os pontos anteriores, pouca biotita mas mais que no ponto anterior e mais bem preservada. Fenocristais de KF com bordas de plagiolásio.	Biotita-sienogranito	Sim
TF2018_XIV_29	05/jul	8803616	816796	Beira da TO-255	Controle	Descida da van no dia 05/07 na saída da TO-255 em estrada de terra para Fazenda Vovô Cristiano.	Controle	Não
TF2018_XIV_30	05/jul	8803416	817104	Estrada para Faz. Vovô Cristiano	Blocos	Blocos in situ de veios de quartzo com fraturamento intenso bem penetrativo direção noroeste (310). Zona de falha NW regional, também marcada no srtm. Brecha, quartzo de falha, grosso. Alguns feldspatos restantes. Outro fraturamento menos expressivo NE. O morro de quartzito a sul teria subido em relação ao ponto (sentido NW).	Veio de quartzo/Brecha	Não
TF2018_XIV_31	05/jul	8803160	817473	Estrada para Faz. Vovô Cristiano	Lajedo	Sienogranito alterado intempericamente, composto por quartzo, KF e plagioclásio; com venulações centimétricas a milimétricas, e par conjugado de fraturas NE(algumas) - NW(principalmente).	Sienogranito	Não
TF2018_XIV_32	05/jul	8803052	817611	Estrada para Faz. Vovô Cristiano	Leito de drenagem	Sienogranito com muito quartzo e KFs centimétricos, biotita preenchendo juntas, e capa de alteração preta.	Sienogranito	Não
TF2018_XIV_33	05/jul	8802733	817799	Pé da serra de quartzito	Blocos	A - Sienogranito equigranular. B - Na subida da serra sentido sul, mega veio de quartzo.	A - Sienogranito/ B - Veio de quartzo	Não
TF2018_XIV_34	05/jul	8802539	817812	Pé da serra de quartzito	Blocos	Mega veio de quartzo numa zona de cisalhamento localizada. O fluido gerado na intrusão do granito se aproveita da zona de fraqueza do contato entre granito e o quartzito, percola e cristaliza formando esses mega veios de quartzo. Rochas avermelhadas provavelmente indicam presença de ferro proveniente da biotita do granito.	Veio de quartzo	Não



Código do Ponto	Dia	Lat (S)	Long (E)	Toponímia	Tipo	Descrição	Rocha	Amostra
TF2018_XIV_35	05/jul	8802455	817806	Pé da serra de quartzito em quebra de relevo	Blocos	Zona de cisalhamento de aprox. 200m. com rocha esverdeada muito foliada, provavelmente um xisto de cisalhamento. Rocha monominerálica, K e Si segregaram. Filonito (milonito de filossilicato) produto da zona de cisalhamento facies xisto verde baixo. Zona de contato entre granito e quartzito em quebra de relevo. Granito se torna escasso e ocorrem grandes blocos de veios de qtz. Solo avermelhado e magnético. Veios de direção aproximada N70E. 50 metros em direção ao topo da serra, mesma rocha foliada rica em mica e pouco quartzo (sigmoidal), gerando filonito.	Muscovita-quartzo-xisto	Sim
TF2018_XIV_36	05/jul	8802475	818372	Estrada para Faz. Vovô Cristiano	Blocos	A - Blocos rolados de brecha de falha com massa verde e quartzo, levemente orientados. B - Fraturamento hidráulico da pressão dos fluidos da intrusão granítica, formando veios de quartzo. C - Granito alterado, foliado, na subida da serra. Zona de falha, com percolação tardia em nível crustal mais raso e mais rúptil.	A - Quartzito brechóide/ B - Veio de quartzo/ C - Granito	Sim
TF2018_XIV_37	05/jul	8802038	818691	Estrada para Faz. Vovô Cristiano	Lajedo	Quartzito em planta, foliação de atitude 140/30.	Quartzito	Não
TF2018_XIV_38	05/jul	8801863	818695	Estrada para Faz. Vovô Cristiano	Leito de drenagem	Quartzito com muita sericita, definindo foliação xistosa - atitude 190/30. 300m a sul, blocos rolados de quartzito deformado em zona dúctil, com foliação, lineação, e crenulação nas porções com muita mica. Zona de falha, com cisalhamento posterior, concentrando níveis de quartzo.	Quartzo-muscovita-xisto	Sim
TF2018_XIV_39	05/jul	8800883	819088	Estrada para Faz. Vovô Cristiano	Corte de estrada	Talude de aproximadamente 20m de comprimento e 1m de altura, na estrada que liga a TO-255 a Fazenda Vovô Cristiano, de rocha friável. Rocha de granulação fina, cor roxa acinzentado, metamorfismo baixo, muito foliada. Foliação Subhorizontal EW direção da camada e lineação 10/100. Intemperismo avermelhado.	Ti hematita-clorita-xisto milonitizado.	Sim
TF2018_XIV_40	05/jul	8799291	820031	Estrada para Faz. Toti	Controle	Daqui até o próximo ponto não tem afloramento - nem na estrada, nem perto dela.	Cobertura	Não
TF2018_XIV_41	05/jul	8801638	819801	Estrada para Faz. Toti	Controle	Ainda sem afloramento.	Cobertura	Não



Código do Ponto	Dia	Lat (S)	Long (E)	Toponímia	Tipo	Descrição	Rocha	Amostra
TF2018_XIV_42	05/jul	8801883	819347	Estrada para Faz. Toti	Lajedo	Em planta, A - vulcânica esverdeada, foliada e deformada, em contato com B - xisto roxo acinzentado também foliado. Foliação direção N-S.	A - Clorita-xisto/ B - Ti hematita-clorita-xisto milonitizado	Sim
TF2018_XIV_43	05/jul	8801931	819151	Estrada para Faz. Toti	Lajedo	Quartzito aflorando em planta novamente. 20 metros a frente, afloramento em perfil, bastante fraturado.	Quartzito	Não
TF2018_XIV_44	05/jul	8802050	818866	Estrada para Faz. Toti	Lajedo	Quartzito em planta. Atitude das foliações indicam dobra local. É observado por uma extensão de aprox. 200m a norte.	Quartzito	Não
TF2018_XIV_45	05/jul	8802146	818711	Estrada para Faz. Toti	Corte de estrada	Talude com 20m de extensão que abrange quartzito deformado e falha transcorrente de direção praticamente NS, subvertical, brechando e milonitizando o quartzito, indicando percolação de fluidos. É possível observar estrias no quartzito, presença de veios e mega veio de quartzo no centro da zona de falha. Foliação 225/75. Zona de cisalhamento transcorrente sinistral.	Quartzito	Sim
TF2018_XIV_46	08/jul	8801916	815509	TO-040	Lajedo	Descida do ônibus dia 08/07 na TO-040. Afloramento em planta de rocha esverdeada, granulometria fina com grãos de quartzo, pontos brilhantes que podem ser muscovita. Metassedimentar. Afloramento levemente dobrado. Foliação caindo 20° p SE. 30 metros a frente, rocha mais esverdeada, mais foliada (sem grãos de quartzo aparentes).	Mica branca-biotita-xisto (Xenólito)	Sim
TF2018_XIV_47	08/jul	8801735	815671	TO-040	Lajedo/Corte de estrada	A - Mega veio de quartzo recristalizado em planta, direção NE-SW. B - 20m a sul, quartzito aflorando tanto em planta quanto em perfil, cor branca-esverdeada/acinzentada. Aspecto sedoso e perolado (mica branca) e apresenta algumas bandas mais esverdeadas.	A - Veio de quartzo/ B - Mica branca-biotita-xisto	Sim
TF2018_XIV_48	08/jul	8801442	815831	Lateralmente a TO-040	Lajedo	Afloramento em planta de quartzito com clastos e seixos de veio de quartzo, muito friável com veios centimétricos de direção NE e mergulho p NW (um pouco dobrados). Observa-se um "conglomerado em formação".	Quartzito	Não
TF2018_XIV_49	08/jul	8800855	815910	TO-040	Lajedo	Afloramento em sarjeta natural na TO-040. A - Quartzito e B - reaparecimento metassedimentar esverdeada/acinzentada foliada (foliação penetrativa).	A - Quartzito/ B - Mica branca-biotita-xisto (Xenólito)	Não



Código do Ponto	Dia	Lat (S)	Long (E)	Toponímia	Tipo	Descrição	Rocha	Amostra
						Observa-se variação/alternância de granulometria. Mais finos e mais grossos em contato. Estamos subindo na estratigrafia nesse caminharmento a sul. Presença de laterito nodular.		
TF2018_XIV_50	08/jul	8800256	815509	TO-040	Controle	Ponto de controle. Laterito nodular.	Laterito	Não
TF2018_XIV_51	08/jul	8799507	815291	TO-040	Lajedo	Quartzito em planta de cor branca, granulação média, recristalizado. Porção mais alta na topografia em relação aos pontos anterior e posterior.	Quartzito	Não
TF2018_XIV_52	08/jul	8799104	815176	TO-040	Lajedo	Dique intermediário a básico aflorante em planta na TO-040. Três blocos in situ. Granulação fina a média. Zona de solo bastante avermelhado. Não foi observada relação de contato. Massa cinza pode ser anfibólio. Presença de Px, qtz, plagio. Textura fanerítica. Presença de bloco rolado de rocha de granulação mais fina e com mais minerais máficos. Encaixante seria o quartzito.	Dique intermediário a básico	Sim
TF2018_XIV_53	08/jul	8798860	815155	Entrada para fazenda na TO-040	Controle	Ponto de controle com solo vermelho.	Laterito	Não
TF2018_XIV_54	08/jul	8798903	815712	Estrada para fazenda na TO-040	Controle	Ponto de controle com laterito e solo avermelhado/alaranjado.	Laterito	Não
TF2018_XIV_55	08/jul	8798975	816048	Fazenda na TO-040	Controle	Ponto de controle em fazenda	Laterito	Não
TF2018_XIV_56	08/jul	8798898	816184	Córrego em fazenda na TO-040	Controle	Ponto de controle em drenagem de baixa energia a leste da fazenda do ponto anterior. Aluvião	Aluvião	Não
TF2018_XIV_57	09/jul	8802170	818762	Estrada de terra poucos metros após entrada para Faz. Vovô Cristiano	Controle	Ponto de descida do ônibus dia 09/07, 150 metros a sudeste da entrada da bifurcação para Fazenda Vovô Cristiano.	Controle	Não



Código do Ponto	Dia	Lat (S)	Long (E)	Toponímia	Tipo	Descrição	Rocha	Amostra
TF2018_XIV_58	09/jul	8802379	818757	Estrada de terra poucos metros após entrada para Faz. Vovô Cristiano	Lajedo	Lajedo de quartzito alterado, esbranquiçado/avermelhado (alteração), maciço, granulação de silte a areia média (mal selecionado). Solo branco na estrada. 10m a frente, lajedo fresco de rocha branca com quartzo recristalizado. Porções esverdeadas, pontos de oxidação e grãos recristalizados.	Quartzito	Não
TF2018_XIV_59	09/jul	8802498	818719	Estrada de terra poucos metros após entrada para Faz. Vovô Cristiano	Lajedo	Mudança na cor do solo e na topografia. Passa de branco a rosa e de arrasado a morro. Contato entre quartzito e rocha muito foliada e alterada. Provavelmente metassedimentar que ocorre como xenólito no granito, devido à proximidade com o contato com essa unidade. Alteração alaranjada/avermelhada. Bloco rolado dessa mesma rocha com duas foliações, formando par SC. Blocos métricos de veio de quartzo maciço EW (180).	Quartzito/metassedimentar	Não
TF2018_XIV_60	09/jul	8802418	818920	Estrada de terra poucos metros após entrada para Faz. Vovô Cristiano	Lajedo	Afloramento de quartzito. Possui direção NE-SW mergulhando para SE, quase sul (150 a 169).	Quartzito	Não
TF2018_XIV_61	09/jul	8802770	818945	Estrada de terra paralela (a leste) a estrada citada nos três pontos anteriores	Lajedo	A - Morrote de granito de aprox. 30x20x7m. Não deformado, equigranular, granulação média a grossa, textura granular, muito quartzo (parece recristalizado - fumê) e KF, alteração massa esverdeada. B - Blocos de quartzito. C - Em lajedo no pé do morrote, em trilha, granito e a rocha metavulcânica como enclave no granito. Cinza esverdeada, fina/afanítica, pouco foliada (aparentemente duas distintas), alteração branca alaranjada (parece estar entre o granito alterado e friável na estrada).	A - Sienogranito/ B - Quartzito/ C - Mica branca-biotita-xisto (Xenólito)	Sim
TF2018_XIV_62	09/jul	8802950	818970		Lajedo	Lajedo em drenagem de afloramento de rocha cinza esverdeada, muito fraturada, granulação fina, fanerítica. Composta em sua maioria por massa cinza esverdeada de piroxênio e grande quantidade plagioclásio, um	Dique diabásio	Sim



Código do Ponto	Dia	Lat (S)	Long (E)	Toponímia	Tipo	Descrição	Rocha	Amostra
						pouco de anfibólio e pouco quartzo. Possivelmente dique de diabásio e direção aparente do derrame SE-NW. Extensão lateral de, no mínimo, 4m na drenagem e 15m a norte da drenagem mais um afloramento da mesma rocha.		
TF2018_XIV_63	09/jul	8803164	818965		Lajedo	Lajedo de aproximadamente 10x4x1,5m em morro NS observado na imagem de satélite de granito fraturado, equigranular, composto por muito quartzo e KF; com veios centimétricos de quartzo. Verde claro e verde escuro de alteração podem refletir cloritização e epidotização. Par conjugado de fraturas indica compressão EW. Grande maioria das fraturas mergulha pra 320 (direção do transbrasiliano - NE-SW). Deformação local centimétrica entre microfraturas. 20m a norte, granito com dobra métrica com flancos SW-SE, também indicando compressão EW, com charneira mergulhando para sul (177). Apresenta fraturas e clivagem espaçada. Foliação NS, mergulhando para 276. Afloramento já foi amostrado. Fraturas em rabo de cavalo. Falhado (transcorrencia SE-NW). Sigmoides em falha decamétrica indicando movimentação sinistral.	Sienogranito	Não
TF2018_XIV_64	09/jul	8803348	818868		Lajedo	A - Muito granito aflorante do ponto 63 até aqui. B - Veio de quartzo direção NE-SW.	A - Sienogranito/ B - Veio de quartzo	Não
TF2018_XIV_65	09/jul	8803490	818899		Controle	Ponto de controle no topo do morro de granito de direção NS visto na imagem de satélite	Controle	Não
TF2018_XIV_66	09/jul	8803610	819112		Lajedo	Sienogranito equigranular	Sienogranito	Não
TF2018_XIV_67	10/jul	8805202	816730	Estrada de terra - entrada norte na rotatória de Monte do Carmo para Silvanópolis	Controle	Começo do trajeto 10/07 em estrada de terra com entrada a norte na rotatória de Monte do Carmo para Silvanópolis. Porteira.	Controle	Não



Código do Ponto	Dia	Lat (S)	Long (E)	Toponímia	Tipo	Descrição	Rocha	Amostra
TF2018_XIV_68	10/jul	8805179	816600	Estrada de terra - entrada norte na rotatória de Monte do Carmo para Silvanópolis	Lajedo	Lajedo de sienogranito equigranular muito grosso	Sienogranito	Sim
TF2018_XIV_69	10/jul	8805088	816404	Estrada de terra - entrada norte na rotatória de Monte do Carmo para Silvanópolis	Blocos	Blocos de rocha de granulação grossa esverdeada. Gamaespectrometro: CT 460, K 6,5%, U 6ppm, Th 18 ppm. Granito albitizado, hidrotermalizado. Zona de alteração hidrotermal no meio do granito. Pobre em quartzo, biotita e hornblenda. Praticamente só plagioclásio. Quando é potassificado fica rosado, aqui fica esverdeado. Leucogranito hidrotermalizado. Ferveu muito com ácido, principalmente nas porções oxidadas. O quartzo é lixiviado e as cavidades são preenchidas com carbonato.	Leucogranito hidrotermalizado	Sim
TF2018_XIV_70	10/jul	8805048	816198	Estrada de terra - entrada norte na rotatória de Monte do Carmo para Silvanópolis	Lajedo	A - Lajedo em córrego com granito extremamente fresco, KF bem rosado, quartzo cinza, máficos bem brilhantes. Equigranular, granulação grossa. Porções mais porfíricas no mesmo afloramento, com KFs centimétricos. Possíveis pseudotaquilitos de direção 270 (vertical) indica alta taxa de deformação, fusão em delizamento de falha. Zona de cisalhamento. ULTRAMILONITO (recristalização dinâmica) ou ULTRACATACLASITO (cataclase, quebramento) mas sem dúvida é uma rocha de falha acomodada pela deformação rúptil. B - Dique máfico com contato claramente marcado, vertical, espessura regular de 50cm. Assimilação do granito encaixante em certas porções do contato. Direção e fraturas perpendiculares NS.	A - Biotita-sienogranito/ B - Dique diabásio	Sim



Código do Ponto	Dia	Lat (S)	Long (E)	Toponímia	Tipo	Descrição	Rocha	Amostra
TF2018_XIV_71	10/jul	8804890	815873	Estrada de terra - entrada norte na rotatória de Monte do Carmo para Silvanópolis	Blocos	Sienogranito grosso	Sienogranito	Não
TF2018_XIV_72	11/jul	8804871	815792	Estrada de terra - entrada norte na rotatória de Monte do Carmo para Silvanópolis	Lajedo	Sienogranito aplítico, granulação média	Sienogranito	Sim
TF2018_XIV_73	11/jul	8803098	814491	Estrada secundária a TO-040	Lajedo	A - Afloramento decamétrico de sienogranito ao lado da Fazenda São Domingos (proprietário Rogério Carneiro) em estrada secundária da que vai para Silvanópolis. Zonas de cisalhamento centimétricas. B - Veios direção NS. Par conjugado de fraturas NE-NW. Compressão NS.	A - Sienogranito/ B - Veio de quartzo	Não
TF2018_XIV_74	11/jul	8803278	813555	Estrada secundária a TO-040	Lajedo	Sienogranito semelhante ao ponto anterior. Amostragens de direção EW nas venulacoes. Foliação SC. Presença de fraturamento cataclástico, podendo indicar pseudotaquilito. Pode também se tratar de pressão de fluido magmático ao invés de deformação tectônica. Sigma 1 na direção NNE. Rocha composta por Bt 5%, KF 45%, qtz 30%, plagio 20%. Gamaespectrômetro indica K 5%, U 7ppm, Th 21 ppm, CT 430 cps (contagem por segundo).	Sienogranito	Sim
TF2018_XIV_75	11/jul	8802947	812817	Estrada secundária a TO-040	Lajedo	Lajedo de sienogranito fraturado e silicificado, com alteração verde, granulação um pouco média. Porção epidotizada com 100cps a menos que porção menos alterada.	Sienogranito	Não



Código do Ponto	Dia	Lat (S)	Long (E)	Toponímia	Tipo	Descrição	Rocha	Amostra
TF2018_XIV_76	11/jul	8799521	811244	Estrada secundária a TO-040	Lajedo	A - Contato granito/ B - quartzito. Gama pula de 90 p 300 (aproximadamente). C - Blocos da encaixante metassedimentar e D - dique diabásio.	A - Sienogranito/ B - Quartzito/ C - Mica branca-biotita-xisto (Xenólito)/ D - Dique diabásio	Não
TF2018_XIV_77	11/jul	8800943	810821	Estrada secundária a TO-040	Lajedo	Afloramento decamétrico de sienogranito leucocrático. Possibilidade de granito hidrotermalizado devido a cor alaranjada na gama. Contagem total gama 300cps (baixa) K: 4,5%, U: 5ppm, Th: 13ppm.	Sienogranito	Não
TF2018_XIV_78	11/jul	8801956	811609	Estrada secundária a TO-040	Controle	Solo avermelhado, laterito. Contagem gama baixa. Blocos da metassedimentar alterada.	Laterito	Não
TF2018_XIV_79	13/jul	8800929	822789	Estrada mais a leste que corta a área de norte a sul, a oeste da bacia	Lajedo	Ponto de descida dia 13/07. Porteira em estrada na porção leste da área, paralela à Bacia do Parnaíba. A - 20m a frente, lajedo de rocha muito foliada e alteração intempérica avermelhada, com pontos de oxidação (alteração alaranjada). Fraturamento às vezes preenchido por mineral preto, magnetita. Medidas de duas foliações (110 e 150) e uma lineação de intersecção. 5m a sul, bloco dessa rocha fresca. Rocha magnética, bem verde (tremolita?) e foliada. B - CONTATO Lajedo de rocha crenulada de intemperismo branco, possível presença de talco, foliada (170/45). Solo mais branco também. Também há blocos de rocha magnética com cristais euhedrais de magnetita (hábito piramidal). C - 10 metros a frente, rocha afanítica esverdeada com <i>boxworks</i> oxidados.	A e C - Tremolita-magnetita-xisto/ B - Talco-xisto?	Sim
TF2018_XIV_80	13/jul	8800612	822856	Estrada mais a leste que corta a área de norte a sul, a oeste da bacia	Lajedo	A - Lajedo rocha vulcânica básica muito fina, dura, não foliada e esverdeada. B - lajedo de rocha esverdeada/esbranquiçada com minerais pretos opacos, magnética e deformada.	A - Epidoto-cloritito/ B - Tremolita-magnetita-xisto	Sim



Código do Ponto	Dia	Lat (S)	Long (E)	Toponímia	Tipo	Descrição	Rocha	Amostra
TF2018_XIV_81	13/jul	8800427	822927	Estrada mais a leste que corta a área de norte a sul, a oeste da bacia	Lajedo	Alto topográfico em relação aos pontos anteriores, com lajedo de rocha sedimentar muito fina metamorfizada. Cor rosada, foliada (140/20). Metassiltito.	Metassiltito	Sim
TF2018_XIV_82	13/jul	8800184	822950	Estrada mais a leste que corta a área de norte a sul, a oeste da bacia	Lajedo	Região de baixo topográfico com solo esbranquiçado. A - Lajedo de dique diabásio, com plagioclásio e piroxênio. Não foi possível medir a direção. B - 5m a sul e subindo na topografia, lajedo de rocha muito foliada, alteração rosada. Fraturas NS e NW-SE. Foliação variando entre 100 e 140, mergulho 25 p SE. Provavelmente a mesma do ponto 79 - metapelito.	Dique diabásio	Não
TF2018_XIV_83	13/jul	8799892	822934	Estrada mais a leste que corta a área de norte a sul, a oeste da bacia	Controle	Ponto de controle. Solo esbranquiçado.	Controle	Não
TF2018_XIV_84	13/jul	8799469	823421	Estrada mais a leste que corta a área de norte a sul, a oeste da bacia	Blocos	Blocos de rocha esbranquiçada e friável na base de morro na beira da estrada de terra. Possível vulcânica ácida.	Riolito	Não
TF2018_XIV_85	13/jul	8799238	823961	Estrada mais a leste que corta a área de norte a sul, a oeste da bacia	Solo	Desde o ponto 83 intercalação entre solo esbranquiçado (regiões mais arrasadas) e avermelhado (regiões mais altas topograficamente). Siltito argiloso e vulcânica ácida. Siltito maciço, não deformado, recristalizado. Provavelmente mais jovem. Discordâncias entre os metassiltitos foliados e essa intercalação entre vulcânica e siltito não deformados, e entre essa e a bacia do Parnaíba.	Riolito e metassiltito	Não



Código do Ponto	Dia	Lat (S)	Long (E)	Toponímia	Tipo	Descrição	Rocha	Amostra
TF2018_XIV_86	13/jul	8798564	824272	Fazenda na estrada mais a leste que corta a área de norte a sul, a oeste da bacia	Blocos	A - blocos rolados de conglomerado vulcanoclástico mal selecionado, produto de retrabalhamento, com seixos subarredondados e matriz fina. Bordas de reação nos clastos incorporados, tipo metamorfismo de contato. B - blocos (in situ na drenagem ao lado) de rocha de coloração esverdeada e granulação fina a média com quartzo cinza, plagioclásio e porções arroxeadas, provavelmente grauvaca/arcóseo, com estratificação cruzada tabular.	A - Conglomerado/ B - Grauvaca	Sim
TF2018_XIV_87	13/jul	8798386	823773	Estrada de terra no pé da serra a nordeste da área XIV, sentido EW	Lajedo	A - Lajedo de rocha fina foliada (310/50) (foliação pouco penetrativa) esbranquiçada/amarelada subvertical (280/85). Fraturamento NS (010/90) com espaçamento ~50 a 100cm, rocha fica mais acinzentada nesses níveis. Acamamento 100/65. 100m a frente, variação argila silte areia grossa e fraturas 155/27 e 211/84, predomínio de metapelito maciço. B - Contato base do morro composto por arenito grosso mal selecionado, imaturo, com níveis conglomeráticos. Atitude (dip direction) 120/60, muito fraturado.	Metassiltito/arenito	Não
TF2018_XIV_88	14/jul	8802557	823173	Estrada de terra no pé da serra a nordeste da área XIV, sentido EW	Blocos	Bloco de rocha verde, foliada, muito fina, cuja alteração intempélica gera rocha de cor alaranjada e com muscovita secundária, e solo morrons. Foliações 355/40 e 330/30. Solo muito avermelhado e fofo, típico de rocha muito fina.	Sericita-clorita-xisto	Sim
TF2018_XIV_89	14/jul	8802588	823493	Estrada de terra no pé da serra a nordeste da área XIV, sentido EW	Solo	Contato brusco entre solo vermelho-amarronzado e branco-amarelado em baixo topográfico.	Solo	Não
TF2018_XIV_90	14/jul	8802641	823780	Estrada de terra no pé da serra a nordeste da	Solo	Solo vermelho-amarronzado.	Solo	Não



Código do Ponto	Dia	Lat (S)	Long (E)	Toponímia	Tipo	Descrição	Rocha	Amostra
				área XIV, sentido EW				
TF2018_XIV_91	14/jul	8802803	823914	Estrada de terra no pé da serra a nordeste da área XIV, sentido EW	Lajedo	Lajedo de rocha porfírica foliada, com matriz verde (da série tremolita-actinolita?) e fenocristais de cor preta e euhedrais - anfibólio. Foliação mergulhando 20 graus para SE.	Actinolita-epidoto-xisto milonitizado	Sim
TF2018_XIV_92	14/jul	8803139	824196	Estrada de terra no pé da serra a nordeste da área XIV, sentido EW	Blocos	Blocos da rocha porfírica de matriz verde e cristais de anfibólio.	Actinolita-epidoto-xisto milonitizado	Não
TF2018_XIV_93	14/jul	8803447	824413	Estrada de terra no pé da serra a nordeste da área XIV, sentido EW	Blocos	Blocos da mesma rocha verde com muito anfibólio.	Actinolita-epidoto-xisto milonitizado	Não
TF2018_XIV_94	14/jul	8803587	824495	Estrada de terra no pé da serra a nordeste da área XIV, sentido EW	Corte de estrada	Talude de saprolito esverdeado, de granulação fina, foliado. Foliação dip 060/25. 100m a frente, blocos decamétricos da rocha plutônica verde com muito anfibólio.	Actinolita-epidoto-xisto milonitizado	Sim
TF2018_XIV_95	14/jul	8803673	824645	Estrada de terra no pé da serra a nordeste da área XIV, sentido EW	Blocos	Blocos decamétricos do actinolita-xisto. Foliação bem mais proeminente neste ponto.	Actinolita-epidoto-xisto milonitizado	Sim
TF2018_XIV_96	14/jul	8803965	824897	Estrada de terra no pé da serra a	Lajedo	Muito afloramento do actinolita-xisto na estrada que liga o ponto anterior (95) a esse.	Actinolita-epidoto-xisto milonitizado	Não



Código do Ponto	Dia	Lat (S)	Long (E)	Toponímia	Tipo	Descrição	Rocha	Amostra
				nordeste da área XIV, sentido EW				
TF2018_XIV_97	14/jul	8798215	824626	Estrada sentido EW no nordeste da área XVII	Lajedo	Talude de arenito mal selecionado de acamamento subvertical.	Arenito	Não
TF2018_XIV_98	14/jul	8798102	824915	Estrada sentido EW no nordeste da área XVII	Lajedo	Talude de arenito mal selecionado de acamamento subvertical.	Arenito	Não
TF2018_XIV_99	14/jul	8798008	825349	Estrada sentido EW no nordeste da área XVII	Lajedo	A - Ainda arenito mal selecionado. B - Solo vermelho por uns 5m correspondente a dique de diabásio de direção NW. Subindo o morro, a rocha tem granulação mais grossa. Solo avermelhado em imagem de satélite por aprox. 200m de extensão.	A - Arenito/ B - Dique diabásio	Não
TF2018_XIV_100	14/jul	8798036	825531	Estrada sentido EW no nordeste da área XVII	Blocos	Blocos de gabro/diabásio e solo vermelho em faixa de aproximadamente 200m de extensão.	Dique diabásio	Não
TF2018_XIV_101	14/jul	8800257	172739	Estrada de terra que sobe a Bacia do Parnaíba sentido NS a leste do limite da área XIV	Corte de estrada	Talude de arenito fino, branco amarelado em camadas centimétricas com capas de alteração roxas e níveis milimétricos a centimétricos de níveis ferruginosos maciços roxos, alterados vermelhos e por vezes amarelos (amarelo evolução da alteração) granulometria silte. Estratificação plano paralela. Subhorizontal.	Arenito	Não
TF2018_XIV_102	14/jul	8800509	172794	Estrada de terra que sobe a Bacia do Parnaíba sentido NS a leste do limite da área XIV	Corte de estrada	Contato entre A - arenito fino (branco) e B - siltito (vermelho). Estratificação plano paralela. Níveis bastante ferruginosos centimétricos.	A - Arenito/ B - Siltito	Não



Código do Ponto	Dia	Lat (S)	Long (E)	Toponímia	Tipo	Descrição	Rocha	Amostra
TF2018_XIV_103	14/jul	8800635	172726	Estrada de terra que sobe a Bacia do Parnaíba sentido NS a leste do limite da área XIV	Corte de estrada	Contato entre A - siltito e B - arenito médio. Intercalações milimétricas com níveis mais finos. Estratificação plano paralela, níveis mais finos laminados. C - Níveis centimétricos conglomeráticos.	A - Siltito/ B - Arenito/ C - Níveis conglomeráticos	Não
TF2018_XIV_104	14/jul	8800594	172542	Estrada de terra que sobe a Bacia do Parnaíba sentido NS a leste do limite da área XIV	Paredão da bacia	Paredão de A - areia grossa e B - níveis conglomeráticos. Alteração avermelhada. Coluna de baixo p cima: 1, 2m de areia grossa, 5cm nível conglomerático, 1,3m areia muito grossa, 0,9m nível conglomerático, 3m areia grossa.	A - Arenito/ B - Níveis conglomeráticos	Não
TF2018_XIV_105	16/jul	8804102	814575	Drenagem em fazenda em estrada de terra com entrada poucos km a sul de Monte do Carmo, na TO-255	Lajedo	Drenagem com lajedo de granito muito grosso em fazenda composto por muito KF, quartzo e biotita. Porções porfíricas, evidência de cisalhamento rúptil com pseudotaquilitos de extensão centimétrica. Muito fraturado, falhas métricas NE-SW com ramificações centimétricas (splays).	Biotita-sienogranito	Não
TF2018_XIV_106	16/jul	8804770	814259	Estrada de terra com entrada poucos km a sul de Monte do Carmo, na TO-255	Lajedo	Sienogranito muito alterado (saprolito) em planta em estrada de terra	Sienogranito	Não
TF2018_XIV_107	16/jul	8804583	814049	Estrada de terra com entrada poucos km a	Lajedo	Lajedo de sienogranito com alteração esbranquiçada, muito fraturado (dip 110) NNE.	Sienogranito	Não



Código do Ponto	Dia	Lat (S)	Long (E)	Toponímia	Tipo	Descrição	Rocha	Amostra
				sul de Monte do Carmo, na TO-255				
TF2018_XIV_108	16/jul	8800537	815140	Estrada de terra com entrada na TO-040	Lajedo	Lajedo e blocos de quartzito a 200m a oeste da estrada de Silvanópolis no trend da serra NE-SW.	Quartzito	Não
TF2018_XIV_109	16/jul	8800658	814951	Estrada de terra com entrada na TO-040	Lajedo	500m a oeste da estrada de Silvanópolis, ainda quartzito em planta. Dip 125/30	Quartzito	Não
TF2018_XIV_110	16/jul	8800982	814673	Estrada de terra com entrada na TO-040	Lajedo	Lajedo decamétrico de quartzito na base de um alto topográfico.	Quartzito	Não
TF2018_XIV_111	16/jul	8801130	814618	Estrada de terra com entrada na TO-040	Blocos	A - Blocos de granito de granulação fina a média com quartzo recristalizado e mineral máfico. Blocos do granito de granulação grossa também. B - 15m a frente, lajedo de rocha muito fina esverdeada muito foliada. Zona de cisalhamento de direção NW-SE.	A - Biotita-sienogranito/ B - Mica branca-biotita-xisto (Xenólito)	Sim
TF2018_XIV_112	16/jul	8801103	814900	Estrada de terra com entrada na TO-040	Lajedo	Lajedo de quartzito foliado.	Quartzito	Não
TF2018_XIV_113	16/jul	8800998	815496	Estrada de terra com entrada na TO-040	Lajedo	Laterito nodular	Laterito	Não
TF2018_XIV_114	16/jul	8805471	820638	Estrada de terra com entrada na TO-255	Lajedo	Lajedos e blocos de sienogranito muito grosso em estrada de terra com entrada na TO-255. Porções mais finas (bordas de resfriamento?). Fraturamento NS (dip 270/60) e EW. Porções oxidadas.	Sienogranito	Não
TF2018_XIV_115	16/jul	8805378	820748	Estrada de terra com	Lajedo	Lajedo de sienogranito	Sienogranito	Não



Código do Ponto	Dia	Lat (S)	Long (E)	Toponímia	Tipo	Descrição	Rocha	Amostra
				entrada na TO-255				
TF2018_XIV_116	16/jul	8805455	821027	Estrada de terra com entrada na TO-255	Blocos	Blocos de sienogranito	Sienogranito	Não
TF2018_XIV_117	16/jul	8805366	821173	Estrada de terra com entrada na TO-255	Lajedo	Lajedo de sienogranito	Sienogranito	Não
TF2018_XIV_118	16/jul	8805314	821352	Estrada de terra com entrada na TO-255	Pedreira	Pedreira de sienogranito venulado, amostrado, fraturado (maioria NW-SE) e localmente cisalhado. Composto por KF, quartzo e plagioclásio. Granulação média, branco/rosado acinzentado. Presença significativa de sulfeto - pirita ou arsenopirita.	Sienogranito hidrotermalizado	Sim
TF2018_XIV_119	16/jul	8805582	821118	Estrada de terra com entrada na TO-255	Lajedo	Lajedo de sienogranito amostrado, rosado, muito grosso. Esverdeado em fraturas NW-SE. Blocos de rocha muito fina foliada lateritizada.	Sienogranito	Não
TF2018_XIV_120	16/jul	8805891	821213	Estrada de terra com entrada na TO-255	Blocos	Solo vermelho, blocos de rocha sedimentar muito fina e muito alterada	Siltito	Sim
TF2018_XIV_121	16/jul	8806198	821398	Estrada de terra com entrada na TO-255	Blocos	Drenagem com blocos de intercalação areia fina e silte. E paredão de arenito grosso da bacia.	Arenito	Sim
TF2018_XIV_122	17/jul	8802408	822784	Estrada de terra que corta a área XIV sentido EW, com entrada na TO-255	Lajedo	Começo da trilha do dia 17/07. Lajedo e blocos lateritizados. 15m na trilha, lajedo de rocha esverdeada. Rochade protolito ígneo milonitizada e porfírica, observando-se polimorfos dos pórfiros. Foliação anastomosada com atitude 315/52. Lineação 45/05 bem no strike . Provável zona de cisalhamento NE-SW com mergulho moderado a alto. Pares SC sutis. Cinemática dextral.	Actinolita-epidoto-xisto milonitizado	Sim



Código do Ponto	Dia	Lat (S)	Long (E)	Toponímia	Tipo	Descrição	Rocha	Amostra
TF2018_XIV_123	17/jul	8802680	822691	Estrada de terra que corta a área XIV sentido EW, com entrada na TO-255	Lajedo	Lajedo de rocha vulcânica muito fina, esverdeada e muito foliada. Muito laterito durante todo o caminho. Poucos cristais de granulação fina de anfibólio, massa verde e porções esbranquiçadas. 10m a norte, blocos decamétricos do arenito grosso da bacia do Parnaíba e blocos ~20cm do actinolita-epidoto-xisto. 20m acima, bloco da mesma rocha mas com textura ígnea preservada, não foliada e mais fina.	Actinolita-epidoto-xisto milonitizado	Não
TF2018_XIV_124	17/jul	8802801	822741	Estrada de terra que corta a área XIV sentido EW, com entrada na TO-255	Blocos	Blocos do actinolita-xisto. Fluido interage com a matriz de plágio e com os cristais de hornblenda e transforma em sericita e clorita. Veios de quartzo. Um pouco foliada também. Pode ser que a fina seja fruto da alteração dessa, por causa desses fluidos. 50m acima, blocos da rocha muito fina foliada.	Actinolita-epidoto-xisto milonitizado	Não
TF2018_XIV_125	17/jul	8802740	821585	Estrada de terra que corta a área XIV sentido EW, com entrada na TO-255	Blocos	Pé de morro com blocos de A - quartzito e B - veios de quartzo.	A - Quartzito/ B - Veio de quartzo	Sim
TF2018_XIV_126	17/jul	8802226	820694	Estrada de terra que corta a área XIV sentido EW, com entrada na TO-255	Blocos	Blocos/lajedo de xisto roxo de alteração esverdeada e porções brancas silicificadas, hidrotermalizadas e milonitizadas.	Ti hematita-clorita-xisto milonitizado	Sim
TF2018_XIV_127	17/jul	8802466	820672	Estrada de terra que corta a área XIV sentido EW, com entrada na TO-255	Blocos	Topografia um pouco mais alta. A - Blocos (in situ?) do actinolita-xisto cisalhado, mais fino, silicificado. B - Blocos in situ do xisto roxo. Foliação 180/45, lineação de estiramento (07/107) muito forte.	A - Actinolita-epidoto-xisto milonitizado/ B - Clorita-xisto	Sim



Código do Ponto	Dia	Lat (S)	Long (E)	Toponímia	Tipo	Descrição	Rocha	Amostra
TF2018_XIV_128	17/jul	8802577	820627	Estrada de terra que corta a área XIV sentido EW, com entrada na TO-255	Lajedo	Morro onde aflora rocha milonitizada e muito silicificada. Tectonito L (quando a lineação é mais forte que a foliação). Apresenta coloração esverdeada-arroxeadada e granulação muito fina. Possível protolito ultramáfico.	Ultramáfica milonitizada	Não
TF2018_XIV_129	17/jul	8799530	820306	Estrada de terra que corta a área XIV sentido EW, com entrada na TO-255	Controle	Controle	Controle	Não
TF2018_XIV_130	17/jul	8799052	820446	Estrada de terra que corta a área XIV no centro, sentido NS, com entrada na TO-255	Controle	Controle	Controle	Não
TF2018_XIV_131	17/jul	8800179	820101	Estrada de terra que corta a área XIV no centro, sentido NS, com entrada na TO-255	Controle	Controle	Controle	Não
TF2018_XIV_132	17/jul	8800814	819978	Estrada de terra que corta a área XIV no centro, sentido NS,	Controle	Controle	Controle	Não



Código do Ponto	Dia	Lat (S)	Long (E)	Toponímia	Tipo	Descrição	Rocha	Amostra
				com entrada na TO-255				
TF2018_XIV_133	17/jul	8802014	820250	Estrada de terra que corta a área XIV sentido EW, com entrada na TO-255	Controle	Controle	Controle	Não
TF2018_XIV_134	17/jul	8802083	821032	Estrada de terra que corta a área XIV sentido EW, com entrada na TO-255	Controle	Controle	Controle	Não
TF2018_XIV_135	17/jul	8802163	821559	Estrada de terra que corta a área XIV sentido EW, com entrada na TO-255	Controle	Controle	Controle	Não
TF2018_XIV_136	17/jul	8802227	822033	Estrada de terra que corta a área XIV sentido EW, com entrada na TO-255	Controle	Controle	Controle	Não
TF2018_XIV_137	17/jul	8801545	822102	Estrada de terra que corta a área XIV a leste,	Controle	Controle	Controle	Não



Código do Ponto	Dia	Lat (S)	Long (E)	Toponímia	Tipo	Descrição	Rocha	Amostra
				sentido NS, com entrada na TO-255				
TF2018_XIV_138	17/jul	8801247	822384	Estrada de terra que corta a área XIV a leste, sentido NS, com entrada na TO-255	Controle	Controle	Controle	Não



Anexo 9 – Tabela de dados gamaespectométricos Área XIV.

Ponto	Unidade	Contagem Total (cps)	K (%)	U (ppm)	Th (ppm)
TF 18 - XIV - 14	Granito do Carmo	425	3,50	6	28
TF 18 - XIV - 16	Xenólito Metassedimentar	700	5,00	30	10
TF 18 - XIV - 17	Granito do Carmo	550	5,00	8	31
TF 18 - XIV - 22	Granito do Carmo	600	4,00	8	35
	Xenólito Metassedimentar	660	5,50	17	27
TF 18 - XIV - 25	Granito do Carmo	600	6,00	10	35
TF 18 - XIV - 69	Granito do Carmo	460	6,50	6	18
TF 18 - XIV - 74	Granito do Carmo	430	5,00	7	21
TF 18 - XIV - 77	Granito do Carmo	300	4,50	5	13



Anexo 10 – Coluna Estratigráfica Área XIV.



Eon	Era	Período	Unidade Litoestratigráfica	Unidade/Grupo	Formação	Código	Descrição Gorayeb (1996)	Descrição CPRM (2017)	Descrição Geral	Descrição das Facies								
FALEOZOICO	MESOZOICO	JURÁSSICO/CRETÁCEO		Diques					Rochas holocritalinhas, equigranulares e compostas por quantidades variadas de clinopiroxênio, anfibólio, plagioclásio, quartzo e alguns minerais opacos.	Microgabro - Rocha subfanerítica e de granulação média. Presente nos diques de espessura métrica.								
										Diabásio - Rocha afanítica e de granulação muito fina. Presente em diques de espessura aprox. 0,30 cm.								
	PALEOZOICO	?		Lateritos		TQdl		Lateritas, latossolos, solos concrecionários		Laterito Vermiforme - Laterito de coloração vermelho amarelada com estrutura vermiforme apresentando filme de goethita com níveis com arenito ferruginoso dispersos em matriz hematítica.								
										Laterito Conglomerático - Laterito conglomerático apresentando clastos de quartzo os quais apresentam tamanhos que variam de 2 a 5 cm. Os blocos apresentam coloração vermelho-amarelada. Ocorrem cavidades preenchidas por goethita e matriz hematítica.								
										Bacia do Pernalba	Canindé	Pimenteiras	D23p	Arenitos Finos Argilosos e Micáceos intercalados por folhelhos com níveis ferrificados	Siltito amarelo e marrom, laminado, com intercalações de argilito roxo e vermelho e arenito branco fino a muito fino. Contato gradacional com os sedimentos fluviais da Formação Jaicós. Ambiente de planície de maré dominada por tempestitos.	Intercalação de arenitos, por vezes ferruginosos a finas camadas de siltito e argilito.	Arenito de granulometria areia fina a silte de coloração castanha já bastante alterados intercalados a níveis milimétricos a centimétricos de siltito ferruginoso. No topo a intercalação passa a ser de argilitos ferruginosos.	
																	Arenito de granulometria fina a média, de coloração branca e níveis de coloração arroxeada e bastante friáveis.	
											Serra Grande	Jaicós	SgJ					Camada centimétrica contínua de conglomerado, interpretada como superfície de ravinamento.
																		Conglomerado matriz-suportado e com seixos subangulosos.
	DEVONIANO										Arenitos ferruginosos médios a grossos, subangulosos, mal selecionados, friáveis e com estratificação cruzada acanalada.							
											SILURIANO							
				Formação Monte do Carmo	Unidade Sedimentar	Litofácies Pséfitica	NP3mcag	Compreende uma sequência vulcano-sedimentar reunindo conglomerados, arenitos arcoseanos, vulcânicas ácidas a intermediárias e vulcanoclásticas que, em geral, mergulham entre 20º e 30º para SE.			Grauvaca lítica - imatura, coesa, aflorante em tons acinzentados, caracterizada por granulação fina a grossa, moderadamente selecionada, com porções arroxeadas superficiais e estratificações cruzadas tabulares em alguma porções.							
											Litofácies Psamítica	NP3mcaal	Conglomerado polimítico - mal selecionado, coeso, maciço, com matriz argilo-arenosa cinza esverdeada e seixos de fragmentos líticos subarredondados milimétricos a centimétricos.					
Litofácies Vulcânica Ácida						NP3aca	Afloram em morros na forma de blocos intemperizados e friáveis. A definição desse litotipo foi definida com base em dados coletados pela área XVII do Projeto Monte do Carmo, na qual encontram-se boas exposições desta unidade.						Riolito - porfirítico, com fenocristais de quartzo e feldspato, encontrando-se imersos numa matriz afanítica. Ocorre ainda muscovita e plagioclásio saussuritizado, além de epidoto; em meio a uma matriz vítrea a microcristalina recristalizada, com fraturas preenchidas por quartzo e mica.					
							Litofácies Psamopelítica				NP3mca		Siltito argiloso - de cor rosada e acamamento sedimentar preservado. Essa rocha pode estar aniquinetamorfizada, porém não é conclusivo, já que não foi feito estudo petrográfico.					



Eon	Era	Período	Unidade Litoestratigráfica	Unidade/Grupo	Formação	Código	Descrição Gorayeb (1996)	Descrição CPRM (2017)	Descrição Geral	Descrição das Facies
PROTEROZOICO	NEOPROTEROZOICO	EDÍACABIANO	Intrusões Máfico-Ultramáficas Marimbondo	Grupo 2	Máficas	NP ₁	Intrusões máfico-ultramáficas acamadas localizadas a leste do Rio Tocantins. Incluem os corpos VE3, São Domingos, Monte do Carmo e Marimbondo (esse último definido pelo projeto Monte do Carmo). Apresentam grandes proporções de ultramáficos (cumalados de olivina) e são reconhecidos pela forte anomalia magnética em aerogeofísica. Os corpos VE3 e Monte do Carmo incluem wehrlite, clinopiroxênio e gabros, enquanto o corpo São Domingos é apenas delimitado pela geofísica. A intrusão Marimbondo foi mapeada durante projeto Monte do Carmo, e é composta por rochas máfico-ultramáficas hidrotermalizadas e milonitizadas.	Descrição Lima et al., (2008)	Ocorre deformada e milonitizada somente próximo à zonas de cisalhamento Arelas. O litotipo que ocorre na maior extensão da sequência é um actinolita-epidoto-xisto. Esse possui porfiroclastos de anfibólio. É encontrado também epidoto-cloritito praticamente isotrópico, localizado já no topo da sequência, composto por matriz fina e equigranular de epidoto, clorita e alguns cristais de titanita. Por fim, foi possível observar rocha leucocrática que ocorre bastante pontualmente e que se encontra bastante deformada e silicificada, podendo ser classificada como um sericita-clorita-xisto com matriz rica em plagioclásio.	<p>Epidoto-cloritito - Rocha esverdeada, de granulação fina e isotrópica. Composta por praticamente mesma quantidade de clorita e epidoto. Presença de titanita.</p> <p>Actinolita-epidoto-xisto - Rocha esverdeada, que por vezes ocorre milonitizada, composta por porfiroclastos de actinolita e matriz fina com epidoto. Os porfiroclastos possuem inclusões de epidoto, titanita, biotita e clorita.</p> <p>Sericita-clorita-xisto - Rocha de coloração esverdeada, milonitizada e de granulação muito fina. Possivelmente se trata de rocha com protólito mais diferenciado que o restante da sequência, indicando uma porção mais superior na câmara magnética.</p>
					Ultramáficas	NP ₁			<p>São rochas que apresentam deformação e alteração por fluidos hidrotermais, principalmente no contexto da ZC Arelas, onde é possível observar desde clorita-xistos protomilonitizados até titanohematita-clorita-xistos milonitizados. Ao se avançar para o topo do corpo, é possível observar a presença de rochas que ainda preservam magnetismo, tais como tremolita-magnetita-xistos e talco-magnetita-xistos, indicando menor alteração. No intervalo central da sequência ultramáfica da intrusão, onde a deformação está mais concentrada, nota-se intensa silicificação, gerando segregações leucocráticas compostas principalmente por quartzo.</p>	<p>Talco-magnetita-xisto/Tremolita-magnetita-xisto - Rochas de granulação fina, compostas por tremolita em hábito acicular, flogopita, talco e magnetita. Ocorrem no topo da sequência, mais afastadas da ZC.</p> <p>Clorita-xisto - Rocha de cor esverdeada, milonitizada, de granulação muito fina e que apresenta microvênulas preenchidas por clorita e quartzo de granulação fina a média. Possui ainda grande quantidade de Ti-hematita. Metamorfizada em baixo grau.</p> <p>Ti Hematita-clorita-xisto - Rocha de coloração cinza-arroxeadas, milonitizada, e com segregação quartzosa centimétrica. Composta por Ti-hematita, clorita, quartzo, mica paragonítica e muscovita. Granulação extremamente fina e metamorfizada em baixo grau.</p>
						Xi(p)			<p>Quartzitos submaturos, com granulação afinando da base para o topo, mal selecionados, compostos majoritariamente por quartzo, mas com feldspatos e, por vezes, muscovita. Afloram na área XIV bastante deformados, com recristalização e abundância de muscovita, permitindo observação de foliação SC e estrutura mica fish. Logo utilizou-se também dos dados da área XVI.</p>	<p>Quartzito micáceo - não apresenta estrutura de sedimentar e é marcado por níveis micáceos, que chegam até 15% de muscovita.</p> <p>Quartzito feldspático - preserva estruturas sedimentares como estratificações cruzadas tabulares, plano-paralelas e tangenciais; e apresentam cerca de 3% de muscovita, apenas como alteração do feldspato.</p>
PALEOPROTEROZOICO	ORÓSRIBIANO	?	Sequência Metavulcanossedimentar Indiferenciada	?	?	?	Descreto por Gorayeb como Grupo Natividade - Quartzitos puros e micáceos com pequenas intercalações de metaconglomerados polimíticos e ardósias.	Descreto pela CPRM como Formação Monte do Carmo - Quartzitos de granulometria média a grossa, mal selecionados, com níveis de grânulos e seixos e estratificação cruzada tabular, metaconglomerados (cg) com seixos bem arredondados de quartzo e rocha vulcânica em matriz areno-argilosa, metassiltito e ardósia de cor rosa com marcas de ondas.	Quartzitos submaturos, com granulação afinando da base para o topo, mal selecionados, compostos majoritariamente por quartzo, mas com feldspatos e, por vezes, muscovita. Afloram na área XIV bastante deformados, com recristalização e abundância de muscovita, permitindo observação de foliação SC e estrutura mica fish. Logo utilizou-se também dos dados da área XVI.	<p>Leucogranito hidrotermalizado - Rocha composta por plagioclásio poiquilítico, com inclusão de quartzo e sericita. Textura "tabuleiro de xadrez" formada por hidrotermalismo albitico. Indicando alteração do Kf. Presença de calcita manchada por oxidação de Fe. Fraturas preenchidas por biotita secundária.</p> <p>Biotita-Sienogranito - Rocha fanerítica equigranular de granulação grossa. Presença de aglomerados de biotita, os quais são parcialmente substituídos por clorita. A mineralogia compõe-se de quartzo, feldspato potássico rosado, plagioclásio, biotita e clorita. Ocorrem planos de fratura preenchido por biotita, clorita e quartzo fino. Alguns locais ocorrem próximo a zonas de cisalhamento, onde a rocha apresenta facies protomiloníticas a miloníticas discretas.</p> <p>Sienogranito - Rocha ígnea plutônica de coloração clara, com índice de cor leucocrático. Grau de visibilidade fanerítico e granulação grossa. Grau de cristalinidade holocristalino e tamanho relativo dos cristais equigranular. Assinatura geométrica dos cristais xenomórfica. Composto por quartzo, feldspato potássico, por vezes porfírico, e plagioclásio.</p>
PALEOPROTEROZOICO	ORÓSRIBIANO	?	Suíte Igueiras	Plutônicas	Granito do Carmo	PP3(y)(p)	Hornblenda-biotita monogranito, Hornblenda-biotita-sienogranito, biotita-sienogranito, sienogranito, leucogranito hidrotermalizado e Hornblenda Tonalito, granulação grossa, textura porfírica, isótipos e deformados nas bordas. Metamorfismo de fácies xisto-verde a anfibolito. Portadores de veios de quartzo letoso, auríferos, encaixados em zonas de cisalhamento. Frequentemente apresenta enclaves de xenólitos de sericita-quartzo-xisto de tamanhos que variam entre poucos metros a até aproximadamente 200 metros de extensão dentro da intrusão granítica.		<p>Hornblenda-biotita monogranito, Hornblenda-biotita-sienogranito, biotita-sienogranito, sienogranito, leucogranito hidrotermalizado e Hornblenda Tonalito, granulação grossa, textura porfírica, isótipos e deformados nas bordas. Metamorfismo de fácies xisto-verde a anfibolito. Portadores de veios de quartzo letoso, auríferos, encaixados em zonas de cisalhamento. Frequentemente apresenta enclaves de xenólitos de sericita-quartzo-xisto de tamanhos que variam entre poucos metros a até aproximadamente 200 metros de extensão dentro da intrusão granítica.</p>	<p>Mica branca-biotita-xisto - rocha metassedimentar de granulometria muito fina e foliada, cor esverdeada e alteração intemperica rosa-avermelhada, foram observados em meio ao Granito do Carmo em diferentes escalas, chegando a afloramentos decamétricos. Composto por mica branca, biotita, quartzo, rutílo, hematita e hollandita.</p>
PALEOPROTEROZOICO	ORÓSRIBIANO	?	Xenólito no Granito do Carmo	?	?	?				

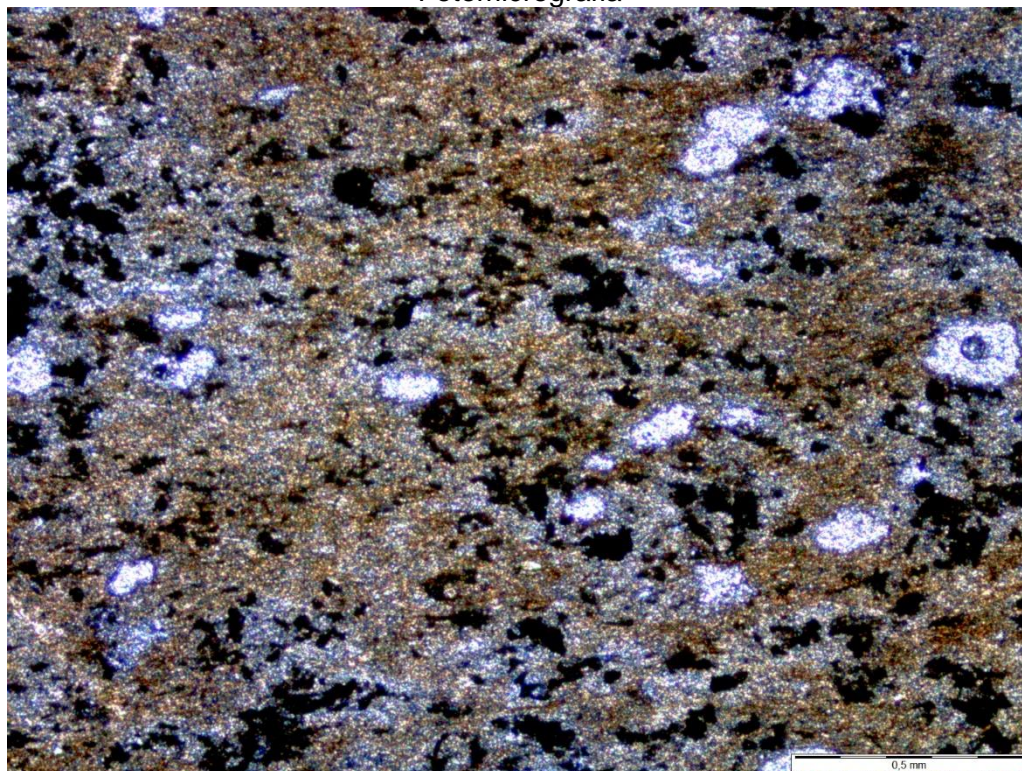


Anexo 11 – Fichas Petrográficas Área XIV.

 Universidade de Brasília – UnB Instituto de Geociências – IG		Amostra: TF 18 – XIV – 06 Coordenadas: 8803839; 815460			
		Unidade Litológica: Xenólito no Granito Do Carmo			
Descrição Mesoscópica e Macroscópica		Fotografia Macro			
<p>Rocha de granulometria fina (argila), litificada, de coloração verde, foliada. Massa esverdeada e grãos pretos euhedrais (20%). Provável argilito metamorfozado. Alteração intempérica de cor vermelha arroxeada.</p>					
Microscopia					
Composição Mineral	%			Composição Mineral	%
Mica branca	35				
Quartzo	15				
Biotita	25				
Opacos	25				
Textura e Estruturas					
Textura: lepidoblástica. Estrutura: xistosidade.					
Descrição Microscópica					
<p>Rocha de granulação muito fina. Rocha rica em mica branca. Rica também em opacos, provavelmente óxido de ferro, maior chance de ser hematita pois a rocha não é magnética. Presença de mineral amarronzado e cor de interferência alta, classificada como biotita. Ocorrência de quartzo. Grande quantidade de micas define textura lepidoblástica e consequente xistosidade. Observa-se porções amarronzadas nas micas.</p>					





Fotomicrografia



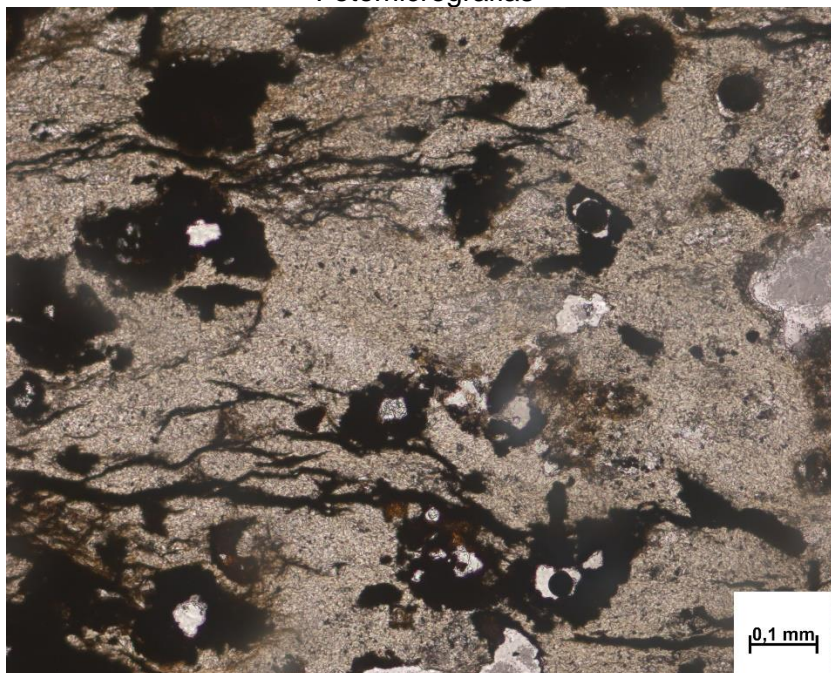
Massa branca e marrom de micas, opacos pretos. Buracos em branco.

Interpretação e Discussão			Diagrama Composicional
<p>Rocha tem aspecto amarronzado provavelmente devido a lixiviação de ferro. Mica branca proveniente de metamorfismo de baixo grau.</p> <p>*Biotita identificada por meio de análise EDS.</p>			
Paragênese	Fácies Metamórfico	Protólito	Classificação da Rocha
Biotita e quartzo	Xisto verde	Pelítico	Mica branca-biotita-xisto

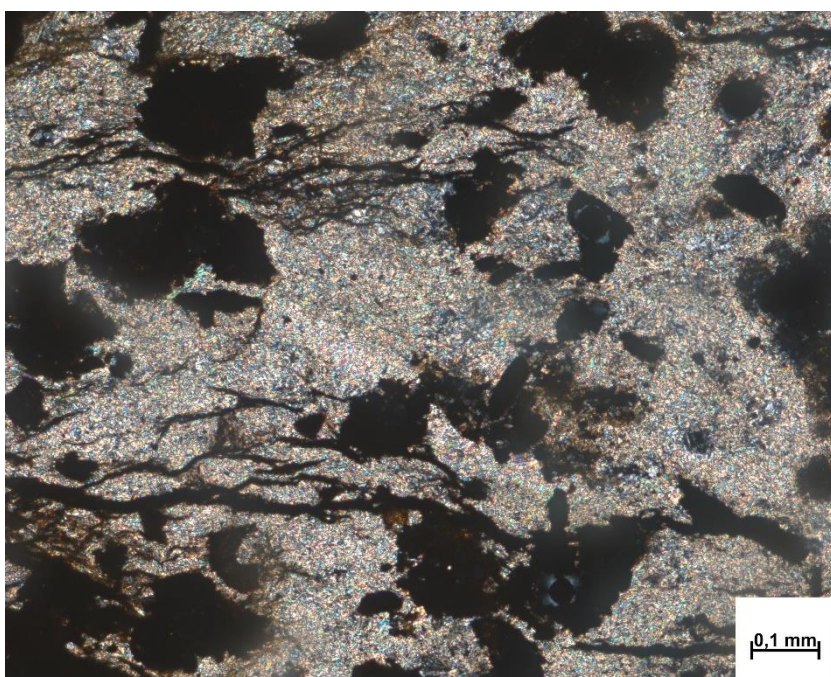


		Amostra: TF 18 – XIV – 22	
Universidade de Brasília – UnB Instituto de Geociências – IG		Coordenadas: 8805001; 43283	
		Unidade Litológica: Xenólito no Granito Do Carmo	
Descrição Mesoscópica e Macroscópica		Fotografia Macro	
<p>Rocha muito fina esverdeada de alteração intempérica rosa avermelhada, foliada. Ocorre nesse ponto como enclaves de centimétricos a métricos no Granito Ipueiras.</p>			
Microscopia			
Composição Mineral	%	Composição Mineral	%
Quartzo	10		
Mica branca	30		
Biotita	20		
Opacos	25		
Clorita	15		
Textura e Estruturas			
<p>Textura lepidoblástica e estrutura xistosa.</p>			
Descrição Microscópica			
<p>Lâmina com muitos buracos incolores a nicóis paralelos e pretos a nicóis cruzados. Rocha de granulação muito fina, o que torna difícil a distinção dos minerais até na lâmina. Matriz de massa muito fina indicativa de mica branca, com alta cor de interferência. Agregados de mineral marrom escuro classificados como biotita por meio de análises EDS. Em meio à matriz há alguns cristais de granulação até três vezes maior que do restante da lâmina. Esses possuem cor de interferência azul-acinzentada, tratando-se de clorita. Opacos muito provavelmente são cristais de hematita, a rocha não é magnética.</p>			

Fotomicrografias



Nicós paralelos. Notar a presença de opacos, biotita em agregados amarronzados, buracos, fraturas de direção horizontal e matriz muito fina.





Nicóis paralelos. Matriz composta principalmente por cristais de mica branca muito finos, além de agregados de cristais de clorita.



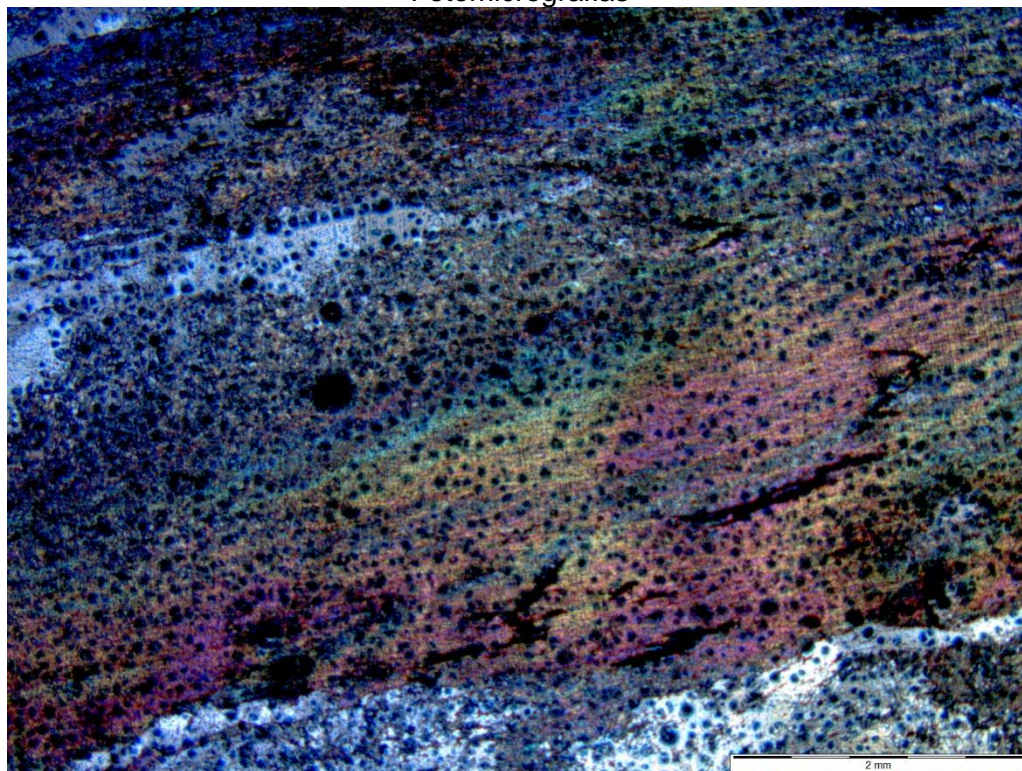
Interpretação e Discussão			Diagrama Composicional
<p>A rocha apresenta porções amarronzadas que podem ser de lixiviação de ferro devido à percolação de fluidos. A presença de biotita indica metamorfismo de baixo grau, na zona da biotita. Os minerais observados indicam protólito pelítico.</p>			
Paragênese	Fácies Metamórfico	Protólito	Classificação da Rocha
Clorita, Biotita e quartzo	Xisto verde	Pelítico	Mica branca-biotita-xisto



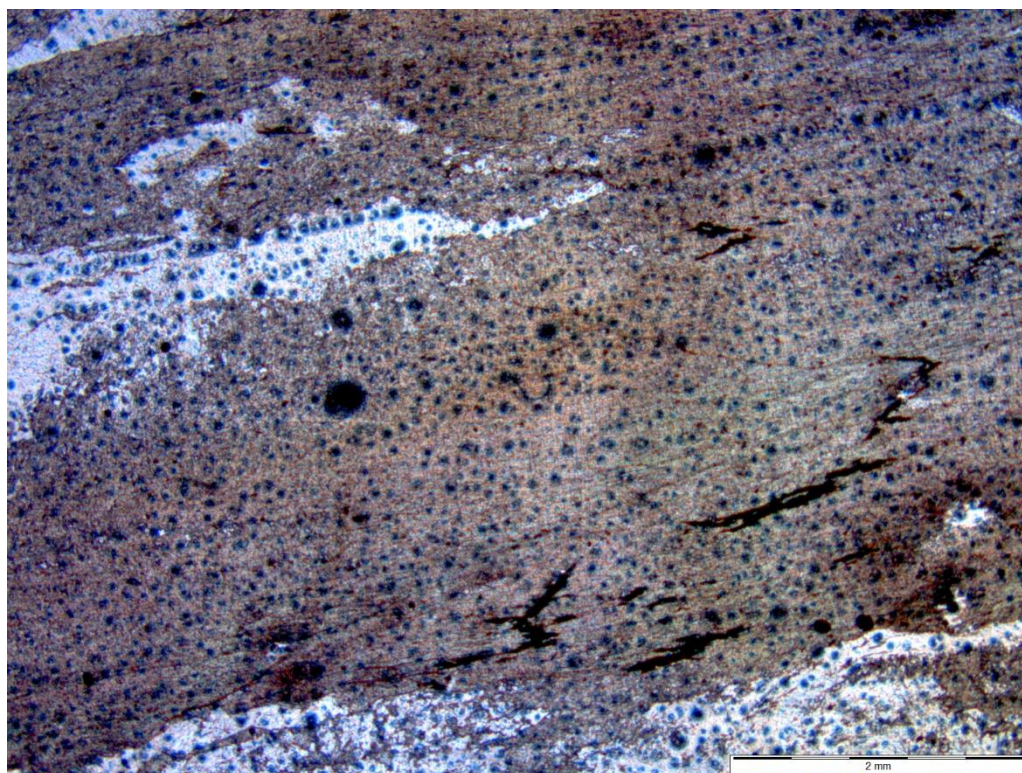
<div></div> <div>Universidade de Brasília – UnB</div> <div>Instituto de Geociências – IG</div>		<div>Amostra: TF 18 – XIV - 35</div> <div>Coordenadas: 8802146; 818711</div> <div>Unidade Litológica: Unidade</div> <div>Metavulcanossedimentar Indiferenciada</div>																									
<div>Descrição Mesoscópica e Macroscópica</div> <div>Rocha esverdeada muito foliada, provavelmente um xisto de cisalhamento. Encontra-se em uma zona de cisalhamento de aproximadamente 200m. Filonito produto da zona de cisalhamento. Zona de contato entre granito e quartzito em quebra de relevo.</div> <div><div>Microscopia</div><table><tr><td>Composição Mineral</td><td>%</td><td>Composição Mineral</td><td>%</td></tr><tr><td>Quartzo</td><td>30</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Muscovita</td><td>65</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Opacos</td><td>5</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table><div>Textura e Estruturas</div><div>Textura granoblástica e lepidoblástica.</div></div>		Composição Mineral	%	Composição Mineral	%	Quartzo	30			Muscovita	65			Opacos	5											<div>Fotografia Macro</div> <div></div>	
Composição Mineral	%	Composição Mineral	%																								
Quartzo	30																										
Muscovita	65																										
Opacos	5																										
<div>Descrição Microscópica</div> <div>Grãos de quartzo com granulação variando de fina a grossa, recristalizado e concentrado em segregações. Esses apresentam extinção ondulante.</div> <div>Cristais de muscovita incolores, de hábito lamelar, com cor de interferência verde a rosa em matriz de granulação fina a muito fina. Há variação na birrefringência.</div> <div>Textura lepidoblástica predominante gerada pela orientação preferencial das micas, e textura granoblástica nas segregações quartzosas.</div>																											



Fotomicrografias



Nicóis cruzados. Quartzo, muscovita. Textura lepidoblástica gerada pela orientação das micas.






Nicóis paralelos - notar opacos deformados.



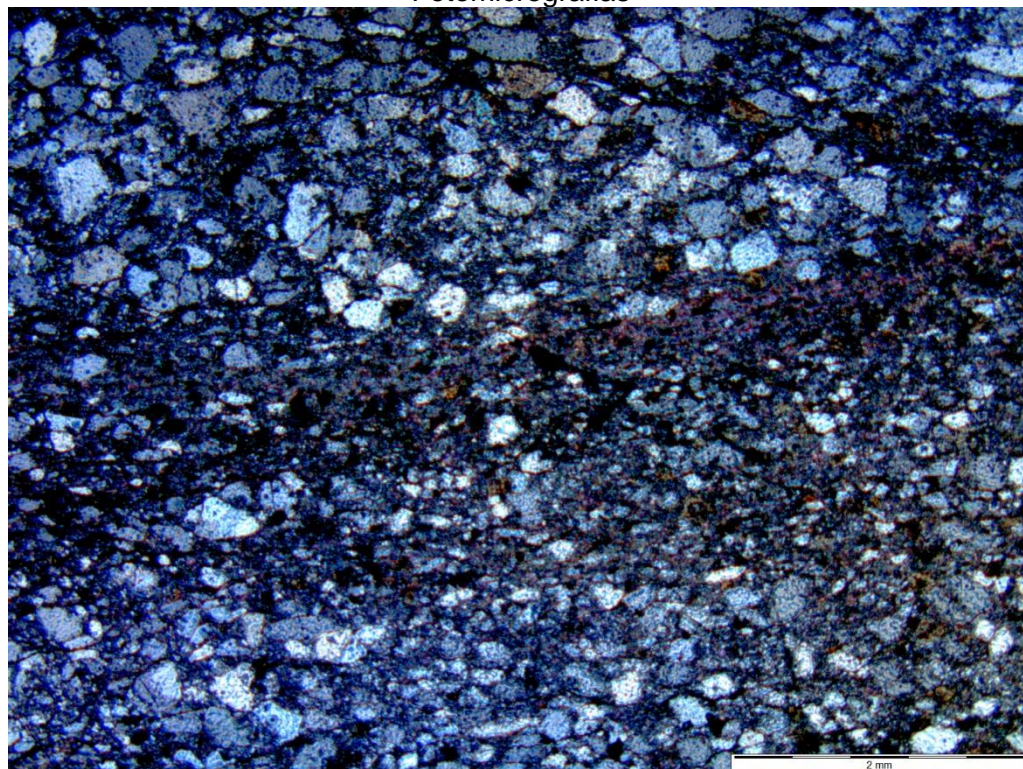
Interpretação e Discussão			Diagrama Composicional
<p>Trata-se de rocha recristalizada em zona de cisalhamento, e que provavelmente foi submetida à percolação de fluidos hidrotermais, já que há diminuição de sílica evidenciada pela baixa quantidade de quartzo e aumento na quantidade de mica. A zona de cisalhamento ocorre no contato entre a Suíte Ipueiras e a Unidade Metavulcanossedimentar Indiferenciada, que provavelmente já apresentava deformação regional à época da formação da ZC, logo o protólito é metamórfico, como observado no restante da unidade.</p> <p>Devido à paragênese presente, não foi possível determinar o fácies metamórfico, porém é possível que seja de baixo grau, de acordo com o observado no restante da área.</p>			
Paragênese	Fácies Metamórfico	Protólito	Classificação da Rocha
Muscovita e quartzo	-	Mica-quartzito	Muscovita-quartzo-xisto



		Amostra: TF 18 – XIV – 38	
Universidade de Brasília – UnB Instituto de Geociências – IG		Coordenadas: 8800883; 819088	
		Unidade	Litológica: Unidade
		Metavulcanossedimentar Indiferenciada	
Descrição Mesoscópica e Macroscópica		Fotografia Macro	
Rocha de coloração branca, composta por quartzo e sericita. Xistosidade e crenulação nas porções mais filossilicáticas.			
Microscopia			
Composição Mineral	%	Composição Mineral	%
Quartzo	55		
Muscovita	35		
Opacos	10		
Textura e Estruturas			
Xistosidade, texturas lepidoblástica e granoblástica			
Descrição Microscópica			
<p>Lâmina com duas porções distintas, uma matriz-suportada e uma clasto-suportada, gerada pela variação na abundância de filossilicato. Cristais de muscovita incolores e amarelados a nicóis paralelos, granulação muito fina e birrefringência alta.</p> <p>Cristais de quartzo incolores com cores de interferência variando de entre cinza e amarelo, granulação fina e extinção ondulante.</p> <p>Quartzo e opacos são vistos como clastos e a matriz é composta por quartzo e opacos também, além de quantidade considerável de sericita.</p> <p>Textura granoblástica predominante gerada a partir dos cristais de qtz. Textura lepidoblástica gerada pelos cristais de muscovita orientados, gerando xistosidade.</p>			





Fotomicrografias



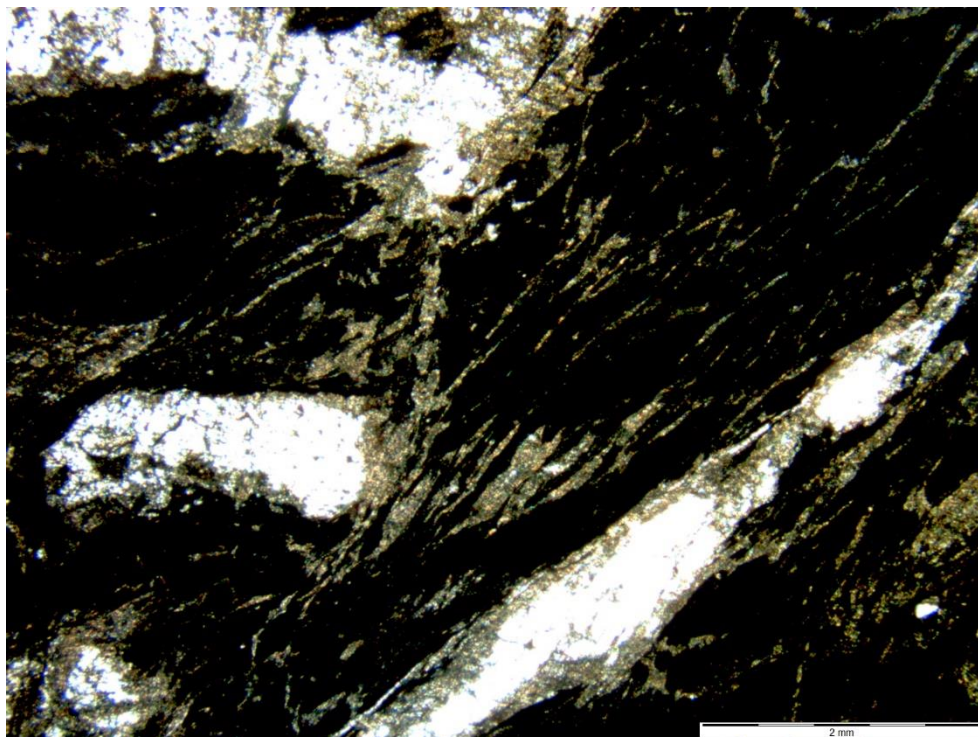
Quartzo e mica. Texturas granoblástica e lepidoblástica.

Interpretação e Discussão			Diagrama Composicional
<p>Os porfiroclastos de quartzo arqueiam os cristais de muscovita. No domínio mais xistoso, é possível observar foliação SC, geração de mica fish e cristalização de óxidos, indicando deformação intensa e percolação de fluidos. Logo, pode se tratar de uma rocha de zona de cisalhamento.</p> <p>Rocha metamórfica de baixo grau. Gerada em zona de cisalhamento na transição rúptil-dúctil, já que a trama apresenta cristais ainda angulosos, no caso do quartzo e do feldspato, enquanto os filossilicatos se apresentam bastante deformados.</p>			
Paragênese	Fácies Metamórfica	Protólito	Classificação da Rocha
Muscovita e quartzo	-	Mica-quartzito	Quartzo-muscovita-xisto



 <div>Universidade de Brasília – UnB Instituto de Geociências – IG</div>		<div>Amostra: TF 18 – XIV – 39</div> <div>Coordenadas: 8800883; 819088</div> <div>Unidade Litológica: Intrusão Máfico-ultramáfica Marimbondo. Sequência Ultramáfica.</div>			
Descrição Mesoscópica e Macroscópica		Fotografia Macro			
Corte da estrada de aproximadamente 20m de comprimento e 1 de altura. Rocha friável. Milonito roxo acinzentado, metamorfismo baixo, muito foliado. Aspecto brilhoso, provavelmente devido à presença de mica de baixa temperatura em porção escura e composição quartzosa em porção clara. Intemperismo avermelhado.					
Microscopia					
Composição Mineral	%			Composição Mineral	%
Plagioclásio	5				
Quartzo	15				
Mica Paragonítica	30				
Clorita	20				
Opaco	30				
Textura e Estruturas					
Lepidoblástica e granoblástica. Quartzo recristalizado e rotação de subgrãos. Crenulação.					
Descrição Microscópica					
<p>Plagioclásio: agregados de granulação muito fina, apresentando granulação fina. Os cristais são sub-euhedrais, em contatos suturados e subarredondados. São incolores sob N// e cinza sob NX. Possuem figura de interferência biaxial e sinal óptico positivo.</p> <p>Quartzo: os cristais ocorrem em cordões de granulação fina, com granulação fina. Os cristais apresentam extinção ondulante e coloração que varia de cinza a alaranjado sob NX, possivelmente pela espessura da lâmina.</p> <p>Mica paragonítica: cristais anédricos, estirados e altamente deformados, de granulação fina a muito fina. São incolores sob N// e possuem altas cores de interferência sob NX. Composição determinada por meio de microsonda.</p> <p>Clorita: ocorre em domínios ricos em mica. Bastante estirada e deformada. Possui coloração amarela, é anedral e possui cor de interferência também amarela. Apresenta porções opacas em seu interior.</p> <p>Opacos: apresentam-se bastante deformados e em bandas distintas do restante dos minerais presentes.</p> <p>Textura lepidoblástica definida pela grande quantidade de cristais de mica. Os agregados de quartzo e feldspato definem porções com textura granoblástica. Nota-se que há cristais de feldspato com textura “pull apart” e em fraturas de cisalhamento, que são preenchidas por mica e opacos. A deformação também gera mica fish. Deformação mais evidente no quartzo recristalizado. regime dois deformacional: rotação de subgrãos. Geração de clivagem de crenulação a partir da sobreposição de foliação mais jovem perpendicular à foliação regional.</p>					



Fotomicrografias



Nx. Segregação de opacos e porções claras composta principalmente por mica fina e cordões de composição quartzo-feldspática.

Interpretação e Discussão			Diagrama Composicional
<p>Rocha de baixo grau metamórfico recrystalizada em zona de cisalhamento na transição rúptil-dúctil. A rocha se encontra intensamente hidrotermalizada e apresenta milonitização. Houve duas fases de deformação, já que há uma foliação de crenulação que se sobrepõe a outra mais penetrativa. Elas são praticamente perpendiculares entre si. Foi possível identificar a presença de Ti-hematita nas porções opacas e ainda fluorapatita nas porções ricas em paragonita por meio de análise microscópica EDS.</p>			
Paragênese	Fácies Metamórfico	Protólito	Classificação da Rocha
Clorita Plagioclásio	Hornfels a Xisto-Verde	Ultramáfico	Ti hematita-clorita-xisto milonitizado.



 Universidade de Brasília – UnB Instituto de Geociências – IG		Amostra: TF 18 – XIV – 42 Coordenadas: 8801883; 819347			
		Unidade Litológica: Intrusão Máfico-ultramáfica Marimbondo. Sequência Ultramáfica.			
Descrição Mesoscópica e Macroscópica		Fotografia Macro			
Rocha aflorante em estrada não pavimentada. Trata-se de exemplar de granulação muito fina de coloração verde e foliada.					
Microscopia					
Composição Mineral	%			Composição Mineral	%
Clorita	55				
Quartzo	15				
Opacos	20				
Epidoto	10				
Textura e Estruturas					
Textura lepidoblástica incipiente					
Descrição Microscópica					
A rocha apresenta microvênulos de clorita e quartzo. Grande quantidade de opacos que provavelmente são hematita, já que a rocha não magnética. Matriz de granulação muito fina rica em clorita e epidoto. Venulação provavelmente gerada por faturamento hidráulico.					




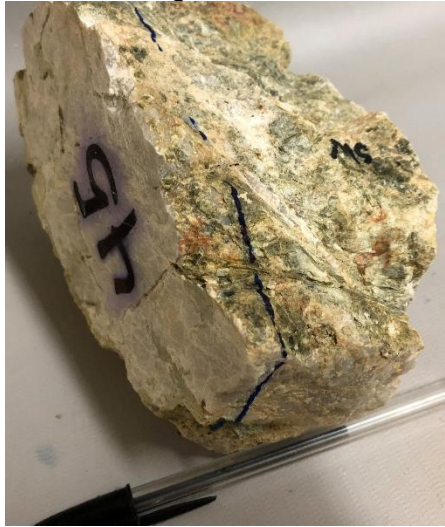
Fotomicrografias



Microvênulo de clorita e quartzo.

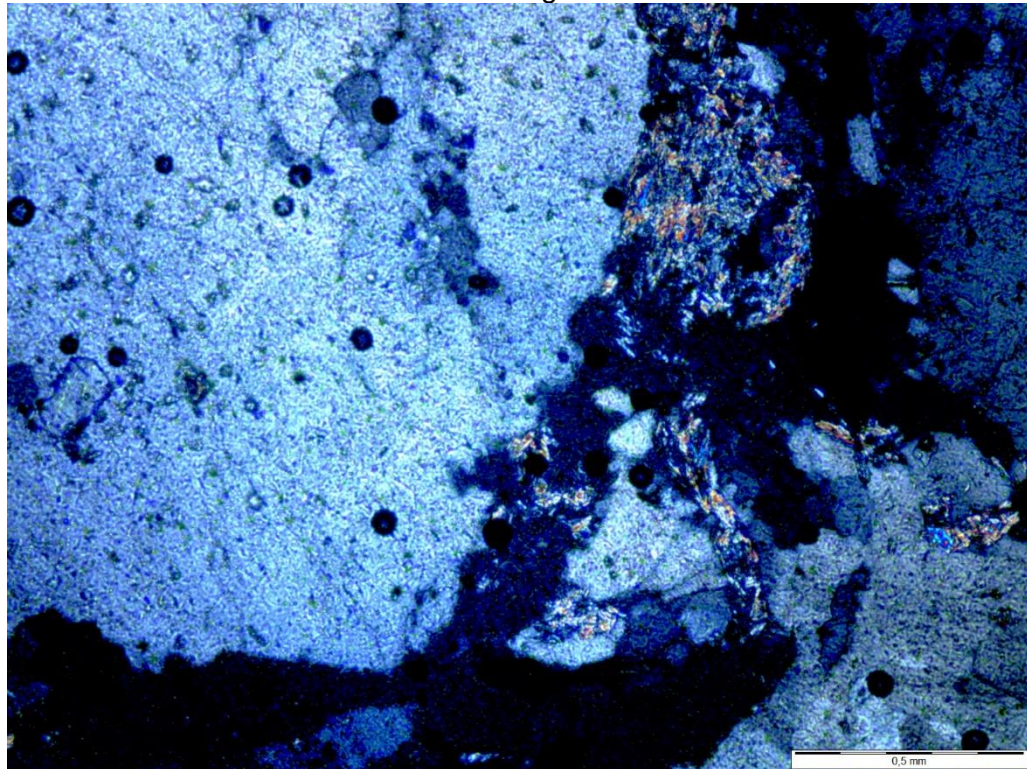
Interpretação e Discussão			Diagrama Composicional
<p>Trata-se de rocha de protólito muito rico em Fe e Mg, quantidade excedente ao que se pode encontrar em rochas pelíticas. Apesar de sua localização se dar no contexto da zona de cisalhamento Areias, nota-se que a foliação não é tão penetrativa quanto no caso de outras rochas que são milonitizadas, como é o caso das lâminas TF18-XIV-39 e TF18-XIV-126. Isso pode indicar que esta rocha está localizada numa região de menor influência da ZC.</p> <p>Análises EDS indicaram presença de Ti-hematita, que provavelmente se trata dos opacos que ocorrem em grande quantidade nesta rocha.</p>			
Paragênese	Fácies Metamórfico	Protólito	Classificação da Rocha
Clorita e quartzo	Xisto verde	Ultramáfico	Clorita-xisto



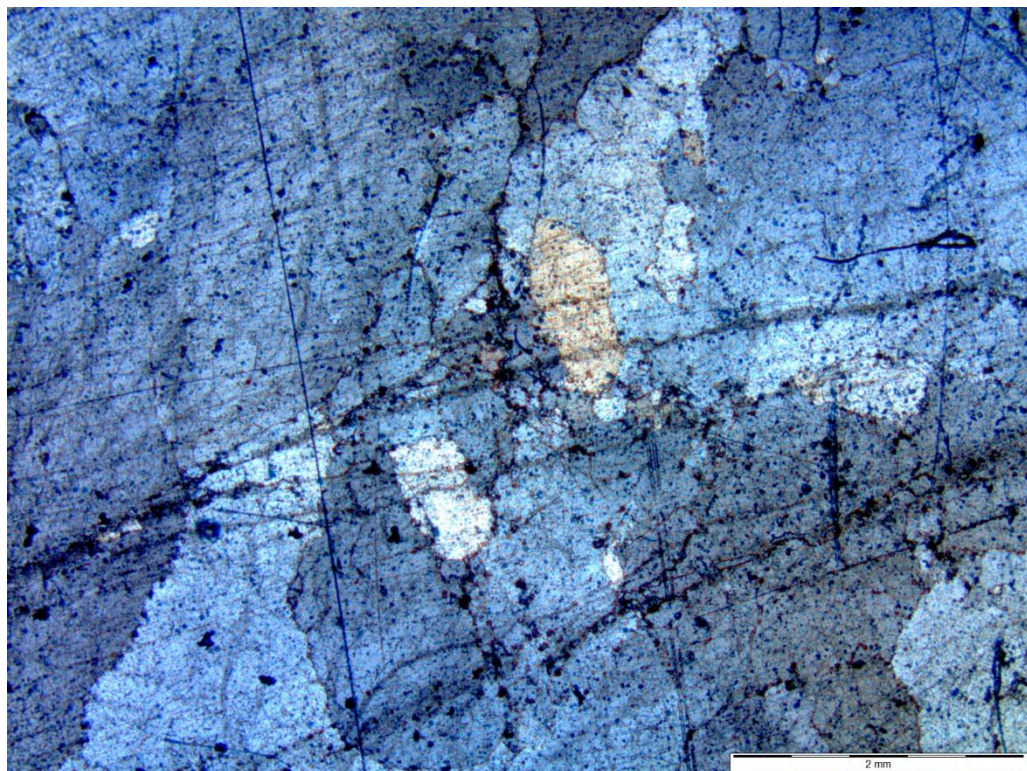
 Universidade de Brasília – UnB Instituto de Geociências – IG		Amostra: TF 18 – XIV - 45 Coordenadas: 8802146; 818711			
		Unidade Litológica: Unidade Metavulcanossedimentar Indiferenciada			
Descrição Mesoscópica e Macroscópica		Fotografia Macro			
<p>Afloramento em corte de estrada. Zona de falha com quartzito brechado, milonitizado e possivelmente cloritizado, indicando percolação de fluidos – hidrotermalizado. Presença de estrias no quartzito e veios a mega-veios de quartzo na zona de falha.</p>					
Microscopia					
Composição Mineral	%			Composição Mineral	%
Quartzo	95				
Mica Branca	5				
Textura e Estruturas					
Granoblástica					
Descrição Microscópica					
<p>Lâmina composta quase que na sua totalidade por grãos de quartzo de granulação grossa. Apresentam-se deformados, recristalizados e com extinção ondulante.</p> <p>Migração de grãos em deformação de baixa temperatura em zona de falha. Fraturamentos localizados ocorrem preenchidos – veios de quartzo.</p> <p>Mica branca como produto de hidrotermalismo.</p>					



Fotomicrografias



Quartzo e mica branca.





Quartzo deformado, com extinção ondulante e pouca recristalização.



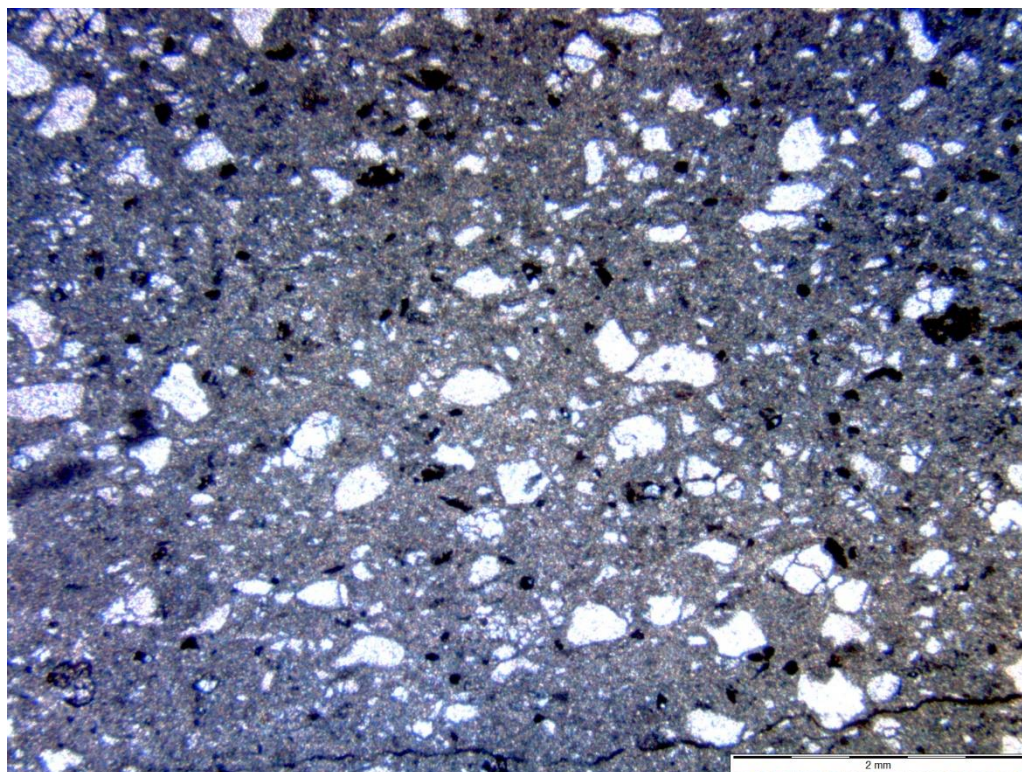
Interpretação e Discussão			Diagrama Composicional
<p>Deformação, recristalização e extinção ondulante do quartzo, e a rotação de subgrãos evidenciam deformação de baixa temperatura em zona de falha. Fraturamentos localizados preenchidos – veios de quartzo.</p> <p>Hidrotermalismo evidenciado pela presença de filossilicato posterior.</p>			
Paragênese	Fácies Metamórfico	Protólito	Classificação da Rocha
Quartzo	Hornfels a Xisto Verde	Quartzito	Quartzito de falha



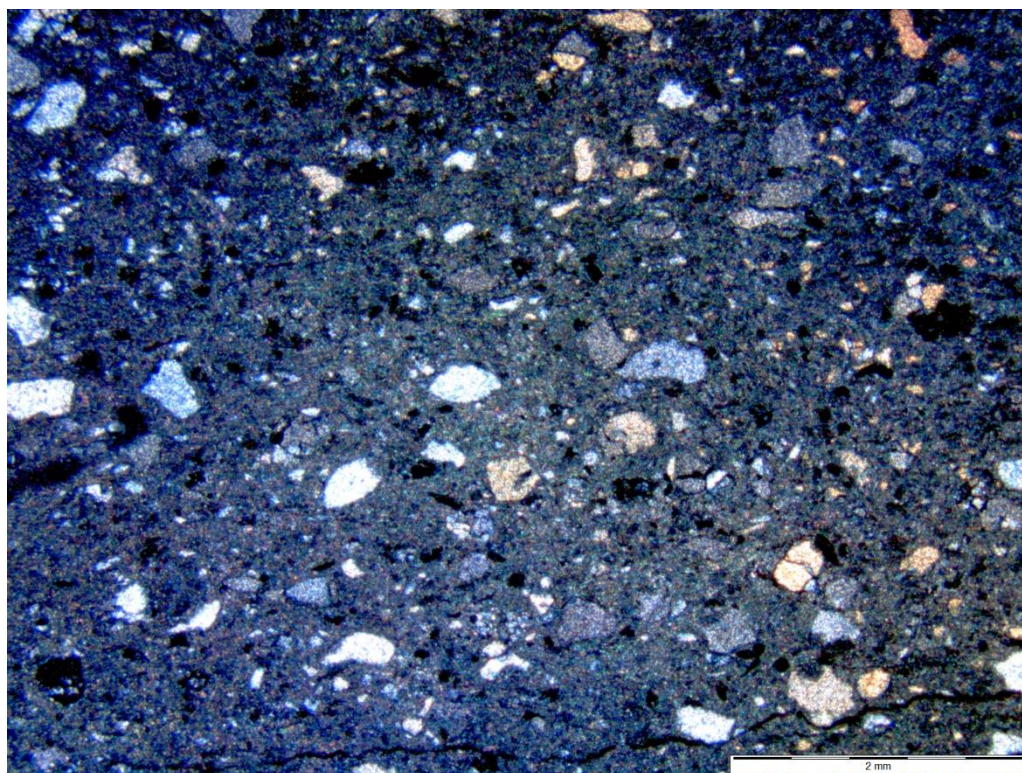
 <p>Universidade de Brasília – UnB Instituto de Geociências – IG</p>	Amostra: TF 18 – XIV – 47 Coordenadas: 8801883; 819347	
	Unidade Metavulcanossedimentar Indiferenciada	Litológica: Unidade
Descrição Mesoscópica e Macroscópica		
<p>Rocha branca, com porções mais acinzentadas ou esverdeada por vezes. Composta por quartzo e mica. Sedosa e perolada. Foliada. Ocorre em estrada não pavimentada.</p>		<p>Fotografia Macro</p> 
Microscopia		
Composição Mineral	%	
Quartzo	30	
Mica branca	50	
Opacos	20	
Textura e Estruturas		
Textura lepidoblástica e xistosidade		
Descrição Microscópica		
<p>Rocha formada por uma matriz muito fina de mica branca orientada, que define textura lepidoblástica e por cristais de quartzo e opacos na matriz, definindo textura granoblástica. Os cristais de quartzo são subangulosos e apresentam alta birrefringência, provavelmente devido à laminação espessa.</p>		



Fotomicrografias



Nicóis paralelos - quartzo, mica branca e opacos. Matriz-suportada.





Nicóis cruzados - quartzo, mica branca, opacos. Matriz-suportada.



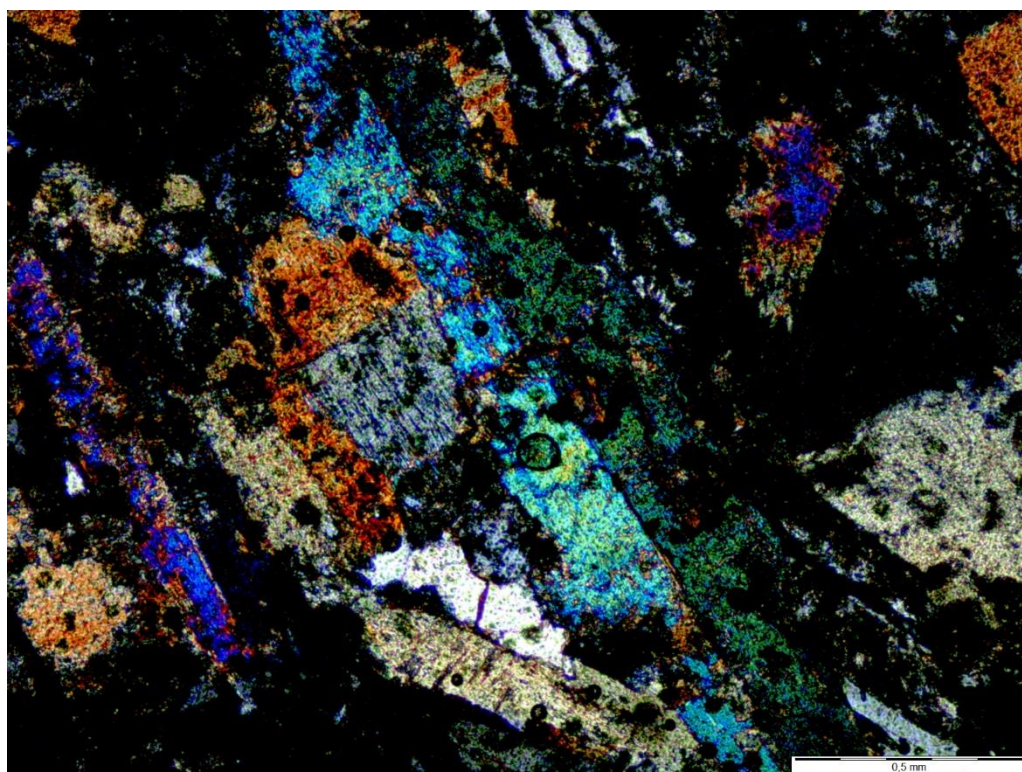
Interpretação e Discussão			Diagrama Composicional
<p>Provavelmente se trata de rocha que sofreu hidrotermalismo, já que se encontra próxima ao contato entre a Suíte Ipueiras e a Unidade Metavulcanossedimentar Indiferenciada, definido como uma zona de cisalhamento. Isso explicaria a grande quantidade de filossilicatos, que não são observados nas rochas da mesma unidade na área XVI, que por sua vez apresentam somente foliação da deformação regional.</p>			
Paragênese	Fácies Metamórfico	Protólito	Classificação da Rocha
Quartzo	Hornfels a Xisto verde	Mica-quartzito	Mica branca-quartzo-xisto



		Universidade de Brasília – UnB		Amostra: TF 18 – XIV - 52	
		Instituto de Geociências – IG		Coordenadas: 8799104; 815176	
Descrição Mesoscópica e Macroscópica				Unidade Litológica: Corpo Subvulcânico - Dique	
<p>Dique intermediário a básico em planta na TO-040. Três blocos in situ. Um pouco mais grosso podendo ser a porção interna da intrusão. Granulação fina a média. Zona de solo avermelhado. Não foi possível observar relação de contato. Massa cinza pode ser anfibólio. Px, qtz, plg. Textura fanerítica. Bloco rolado mais fino, mais máfico. Encaixante é a Unidade Metavulcanossedimentar Indiferenciada.</p>				<p>Fotografia Macro</p> 	
Microscopia					
Composição Mineral	%	Composição Mineral	%		
Quartzo	10				
Plagioclásio	20				
Anfibólio	30				
CPX	35				
Opacos	5				
Textura e Estruturas					
Holocristalina, subfanerítica e equigranular					
Descrição Microscópica					
<p>Rocha composta por cristais de quartzo pouco alterados, cristais de plagioclásio muito sericitizados, cristais de anfibólio com clivagem típica de seção basal, birrefringência alta e pleocroísmo verde, além de apresentar geminação simples comum. O mineral mais comum é o clinopiroxênio, que ocorre com birrefringência mais alta que do anfibólio e apresenta pleocroísmo esverdeado. Possivelmente augita. Ocorrem ainda minerais opacos com sobrecrecimento de mineral cinza não identificado.</p> <p>Presença de alteração castanho-amarronzada predominante no entorno dos grãos.</p>					



Fotomicrografias



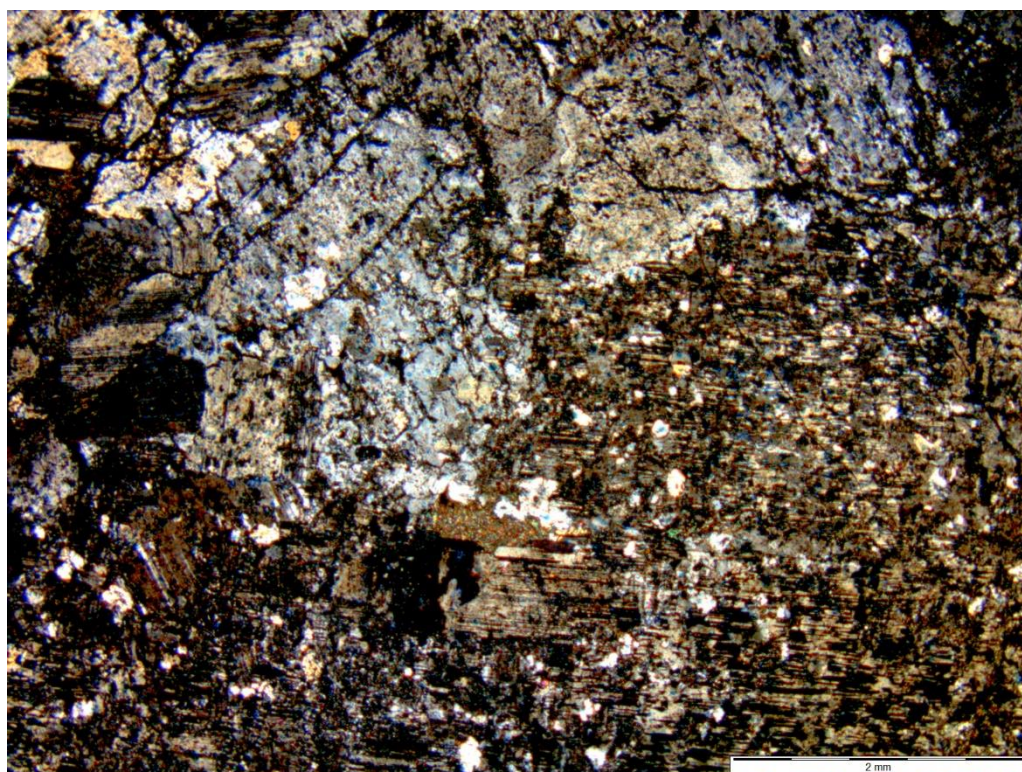
Cristal de anfibólio com geminação simples. Quartzo esbranquiçado e cristais de CPX com alta birrefringência.

Interpretação e Discussão	Diagrama Composicional
<p>Essa rocha ocorre intrudida na Unidade Metavulcanossedimentar Indiferenciada, e diferentemente dessa, não apresenta foliação regional ou qualquer tipo de deformação. Logo deve se tratar de um dique associado a fases tardias de deformação rúptil na área. O fato de a rocha apresentar granulação média e nenhum material vítreo pode indicar que sua cristalização se deu em uma porção mais interior do dique.</p>	
<p>Classificação da Rocha</p> <p>Microgabro</p>	

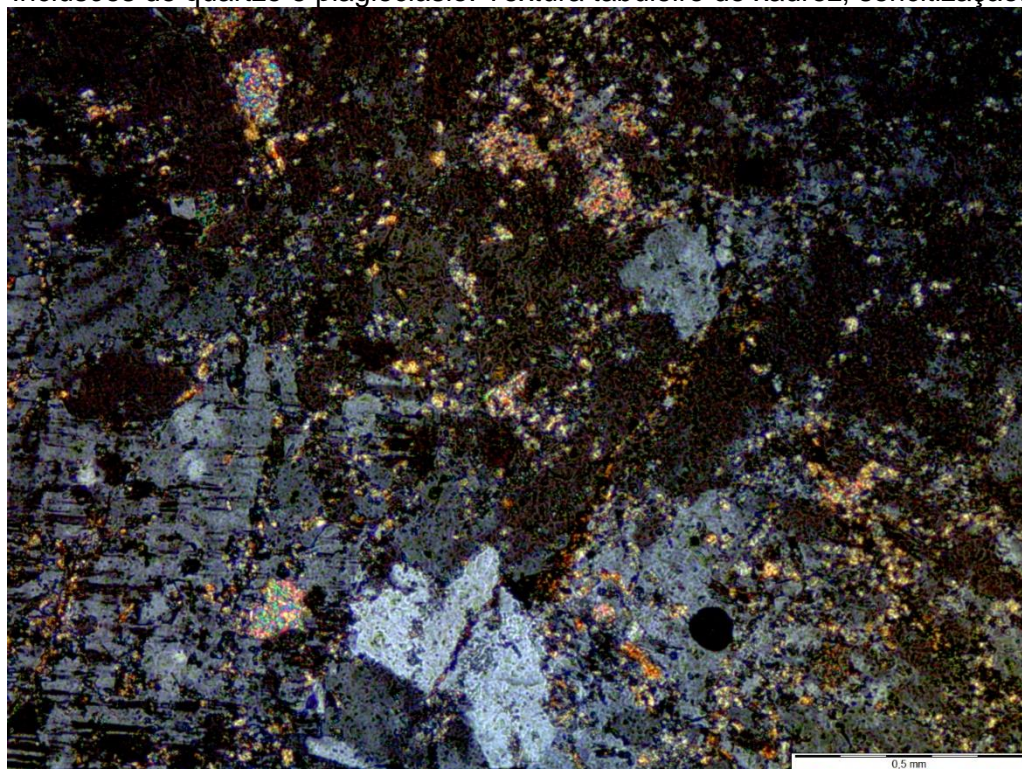


<div></div> <div>Universidade de Brasília – UnB</div> <div>Instituto de Geociências – IG</div>	<div>Amostra: TF 18 – XIV - 69</div> <div>Coordenadas: 8805088; 816404</div> <div>Unidade Litológica: Suíte Ipueiras – Granito do Carmo</div>																								
<div>Descrição Mesoscópica e Macroscópica</div> <div>Rocha de granulação grossa, cor esverdeada. Pobre em quartzo, biotita e KF. Praticamente só plagioclásio. Porções oxidadas reagem a ácido clorídrico.</div> <div><div>Microscopia</div><table><tr><td>Composição Mineral</td><td>%</td><td>Composição Mineral</td><td>%</td></tr><tr><td>Plagioclásio</td><td>65</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Sericita</td><td>15</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Quartzo</td><td>10</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Biotita</td><td>7</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Calcita</td><td>3</td><td></td><td></td></tr></table><div>Textura e Estruturas</div><div>Poiquilítica, tabuleiro de xadrez.</div></div>	Composição Mineral	%	Composição Mineral	%	Plagioclásio	65			Sericita	15			Quartzo	10			Biotita	7			Calcita	3			<div>Fotografia Macro</div> <div></div>
Composição Mineral	%	Composição Mineral	%																						
Plagioclásio	65																								
Sericita	15																								
Quartzo	10																								
Biotita	7																								
Calcita	3																								
<div>Descrição Microscópica</div> <div>Cristais médios a grossos de plagioclásio poiquilíticos, com inclusão de quartzo e sericita. Geminação lei da albita em alguns grãos. Alteração formando sericita - sericitização. Textura de “tabuleiro de xadrez” formada por hidrotermalismo. Ainda é possível ver geminação do tipo carlsbad do antigo ortoclásio.</div> <div>Presença de calcita (está “manchada”, pode ser relacionada a óxidos de ferro associados a alteração do plagioclásio pela percolação de fluidos).</div> <div>Fraturas preenchidas por biotita secundária.</div>																									

Fotomicrografias



Inclusões de quartzo e plagioclásio. Textura tabuleiro de xadrez, sericitização.





Carbonato (mais grosso) e sericita (mais fino) como alteração; quartzo no centro inferior e plagioclásio à esquerda.

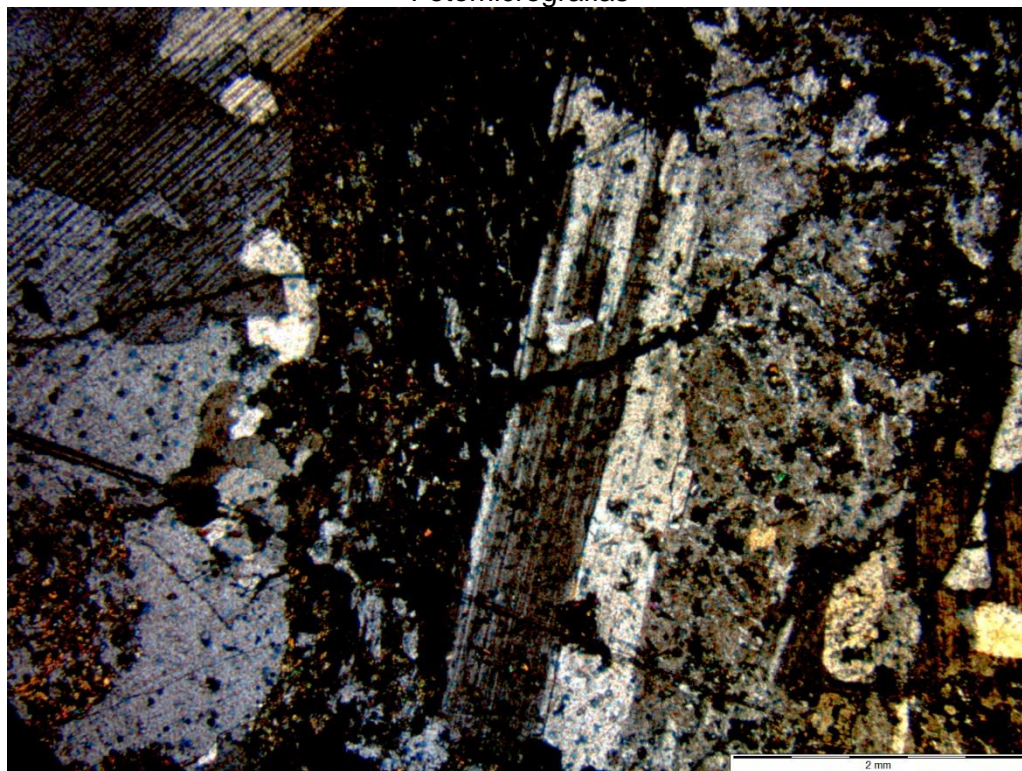


Interpretação e Discussão			Diagrama Composicional
<p>Hidrotermalismo foi responsável por lixiviar o quartzo e albitizar a rocha, podendo ter ocorrido potassificação e silicificação em outro local. Poderia se tratar de processo retro-alimentador.</p> <p>Migração pervasiva de fluidos, primeiro a partir de vênulas e fraturamento secundário, e depois mais intersticial. Possível controle estrutural da alteração (zona de maior fraturamento).</p> <p>A textura tabuleiro de xadrez provavelmente se formou devido à alteração do KF, que é abundante nessa unidade, para plagioclásio por meio da albitização da rocha.</p>			
			Classificação da Rocha
			Leucogranito hidrotermalizado

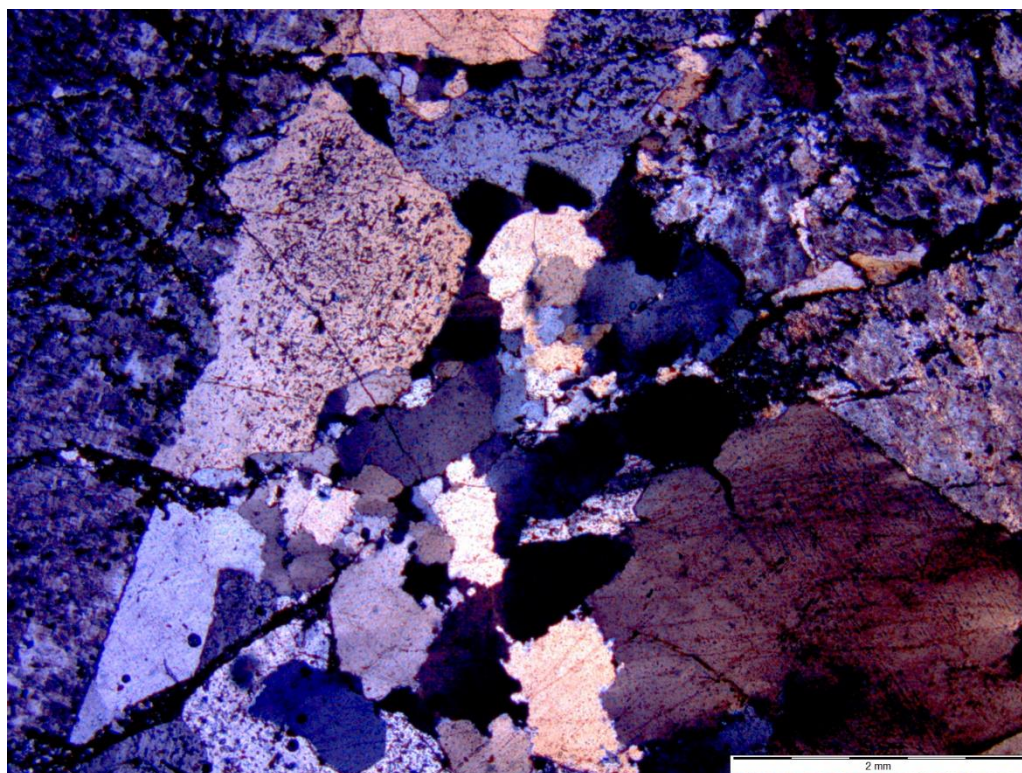


		Amostra: TF 18 – XIV - 70			
Universidade de Brasília – UnB Instituto de Geociências – IG		Coordenadas: 8805048; 816198			
Unidade Litológica: Suíte Ipueiras - Granito do Carmo					
Descrição Mesoscópica e Macroscópica		Fotografia Macro			
<p>Lajedo de granito fresco em pequena drenagem, de granulação grossa equigranular, com KF rosado, quartzo cinza e máficos brilhantes. Porções porfíricas com KFs centimétricos. Cataclasito com pseudotaquilitos de azimute 180.</p>					
Microscopia					
Composição Mineral	%			Composição Mineral	%
Plagioclásio	15				
Quartzo	30				
Biotita	15				
Sericita	10				
K-feldspato	30				
Textura e Estruturas					
Fraturamento cataclástico					
Descrição Microscópica					
<p>Quartzo com extinção ondulante, mas mantém porções sem indício de deformação, foi apenas parcialmente recristalizado. É encontrado também preenchendo fraturas.</p> <p>Cristais de biotita primária e cristais de biotita secundária preenchendo fraturas, produto de hidrotermalismo.</p> <p>KF com textura de tabuleiro de xadrez também indicando hidrotermalismo e início de alteração para plagioclásio;</p> <p>Plagioclásio apresenta geminação lei da albita e é poiquilítico, com inclusões de quartzo e biotita.</p> <p>Sericita como produto de alteração do plagioclásio.</p> <p>Possível observar fraturamento anastomosado bastante proeminente e preenchido por material isotrópico.</p>					

Fotomicrografias

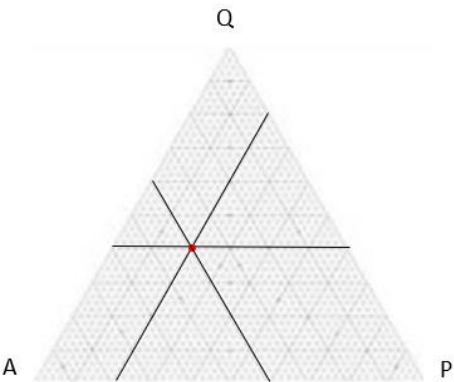


KF albitizado (um grão dentro do outro), quartzo, biotita (escura no meio) e sericitização intensa.



Quartzo com extinção ondulante e levemente recrystalizado.



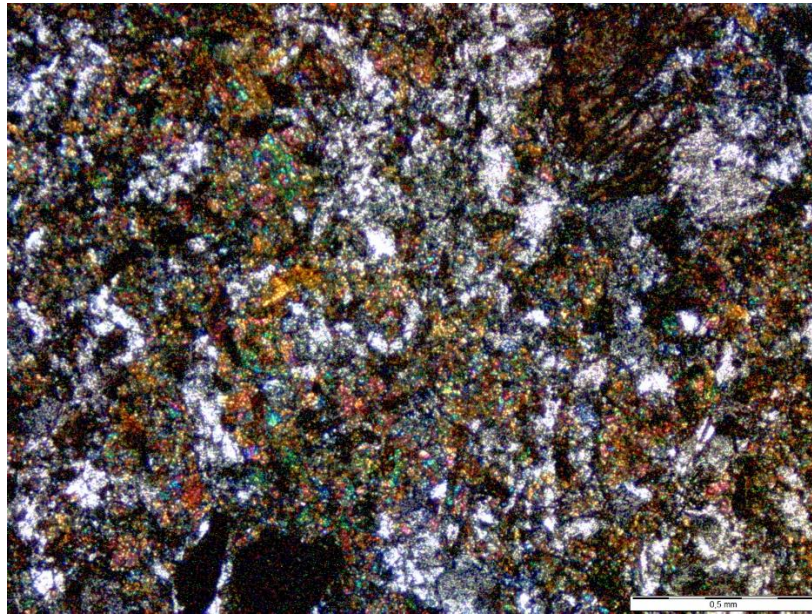
Interpretação e Discussão			Diagrama Composicional
<p>Biotita secundária indica alteração hidrotermal de um pouco mais alta temperatura.</p> <p>As fraturas observadas podem se tratar de deformação cataclástica, e se o material que as preenche for vidro tectônico, indica pseudotaquilito.</p> <p>Rocha de falha que acomoda deformação rúptil-dúctil.</p>			
			Classificação da Rocha
			Biotita-sienogranito



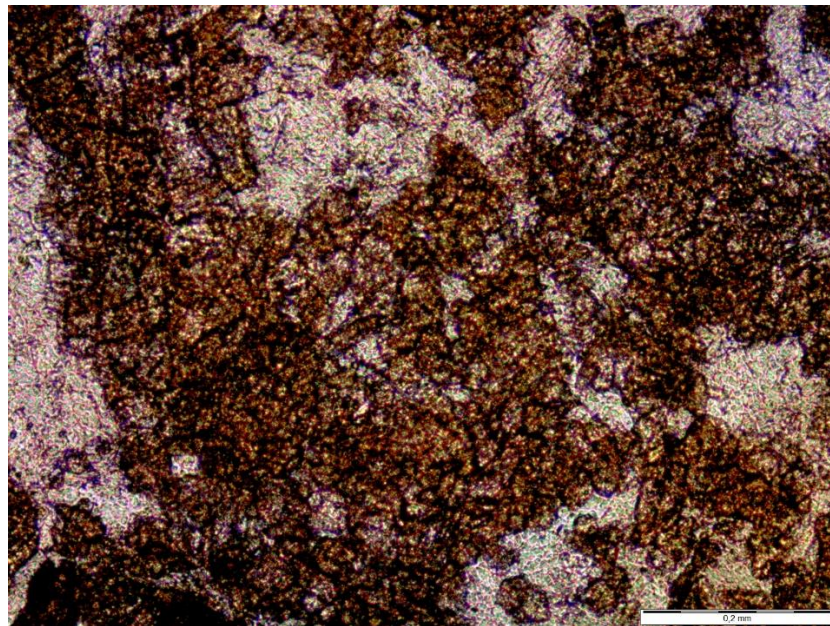
		Amostra: TF 18 – XIV - 80 Coordenadas: 8800612; 822856 Unidade Litológica: Intrusão Máfico-ultramáfica Marimbondo. Sequência Máfica.			
Descrição Mesoscópica e Macroscópica		Fotografia Macro			
<p>Lajedo métrico de rocha vulcânica básica muito fina, de alta dureza, não foliada e esverdeada.</p>					
Microscopia					
Composição Mineral	%			Composiçã o Mineral	%
Clorita	50				
Epidoto	40				
Titanita	10				
Opacos	<1				
Textura e Estruturas					
Equigranular, hipocristalino e subfanerítica.					
Descrição Microscópica					
<p>Clorita: massa anhedral de cristais com leve pleocroísmo verde e baixo relevo. Extinção ondulante e cor de interferência cinza. Granulação fina.</p> <p>Titanita: mineral euhedral e de hábito losangular. Coloração marrom e cor de interferência marrom escuro. Relevo alto. Granulação fina.</p> <p>Epidoto: coloração verde, relevo alto, cor de interferência alta. Clivagem, ângulo de extinção baixo, sem pleocroísmo ou muito fraco. Granulação fina.</p> <p>Poucos opacos.</p>					



Fotomicrografias



NX. Massa de epidoto e clorita. Cristal de apatita no canto inferior esquerdo.



N//. Massa de clorita e epidoto.

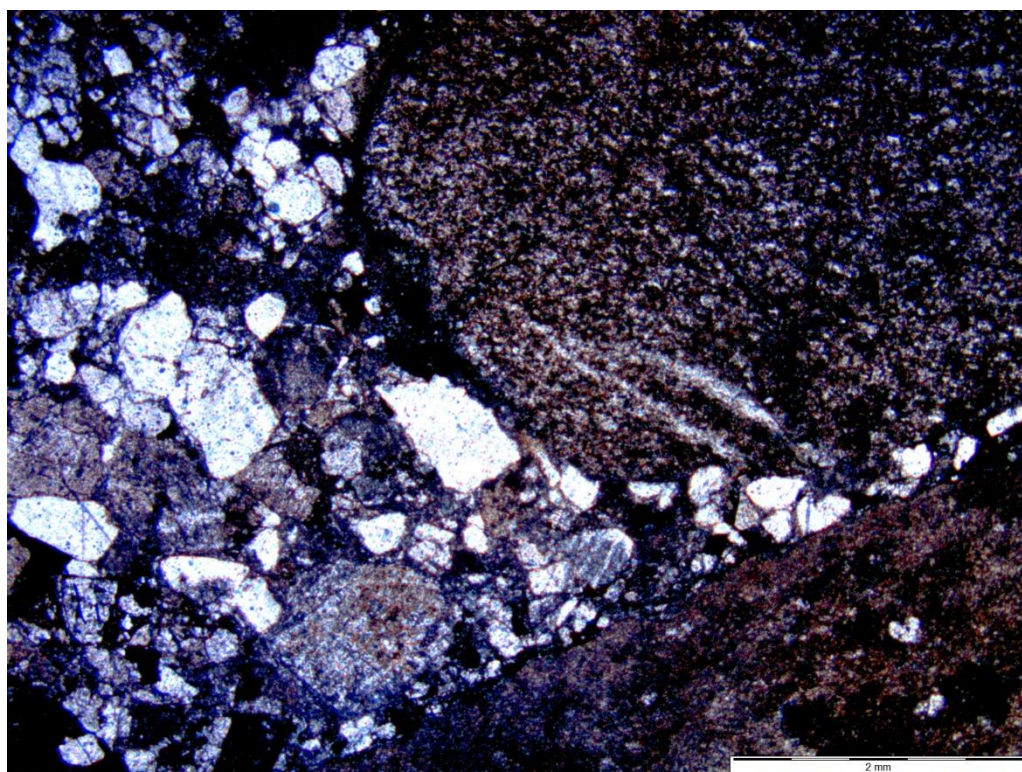


Interpretação e Discussão			Diagrama Composicional
<p>Rocha básica recrystalizada em baixo grau devido à percolação de fluidos hidrotermais ricos em Ca. A baixa deformação pode se explicar por sua localização mais distal em relação à zona de cisalhamento.</p>			
Paragêneses e	Fácies Metamórfica	Protólito	Classificação da Rocha
Clorita	Hornfels a Xisto-Verde	Máfico	Epidoto-cloritito

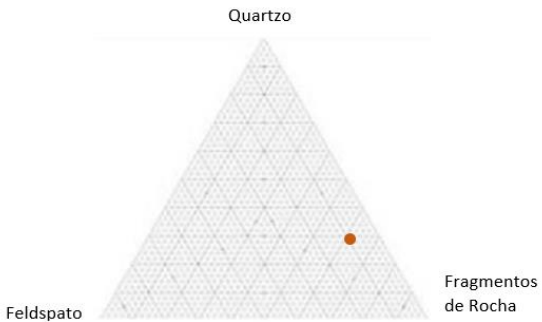


<div></div> <div>Universidade de Brasília – UnB Instituto de Geociências – IG</div>	<div>Amostra: TF 18 – XIV – 86A</div> <div>Coordenadas: 8798564; 824272</div> <div>Unidade Litológica: Formação Monte do Carmo. Unidade Sedimentar - Litofácies Psefítica.</div>																								
<div>Descrição Mesoscópica e Macroscópica</div> <div><p>Conglomerado mal selecionado, com matriz fina e pouco retrabalhamento evidenciado por clastos subarredondados. Bordas de reação nos clastos incorporados, metamorfismo de contato.</p></div> <div><div>Microscopia</div><table><tr><td>Composição da rocha</td><td>%</td><td>Composição do arcabouço</td><td>%</td></tr><tr><td>Fragmentos líticos</td><td>60</td><td>Quartzo</td><td>70</td></tr><tr><td>Arcabouço</td><td>15</td><td>Opacos</td><td>20</td></tr><tr><td>Matriz sericítica</td><td>25</td><td>Plagioclásio</td><td>10</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table></div> <div><div>Textura e Estruturas</div><div>Coesa, maciça.</div></div>	Composição da rocha	%	Composição do arcabouço	%	Fragmentos líticos	60	Quartzo	70	Arcabouço	15	Opacos	20	Matriz sericítica	25	Plagioclásio	10									<div>Fotografia Macro</div> <div></div>
Composição da rocha	%	Composição do arcabouço	%																						
Fragmentos líticos	60	Quartzo	70																						
Arcabouço	15	Opacos	20																						
Matriz sericítica	25	Plagioclásio	10																						
<div>Descrição Microscópica</div> <div><p>A rocha é composta por três porções distintas, sendo elas matriz, arcabouço e fragmentos líticos.</p><p>A matriz é argilo-arenosa e composta principalmente por sericita, que dá a ela alta cor de interferência, e alguns grãos de quartzo de cor de interferência baixa.</p><p>O arcabouço é configurado por grãos de quartzo em sua maioria (70%), seguido de minerais opacos (20%) e plagioclásio (10%).</p><p>Os fragmentos líticos são subangulosos e ocupam 60% da lâmina, de rochas vulcânicas ácidas e sedimentares.</p></div>																									




Fotomicrografias



Nicóis paralelos - Clastos de vulcânicas e vulcanoclásticas e quartzo na matriz.

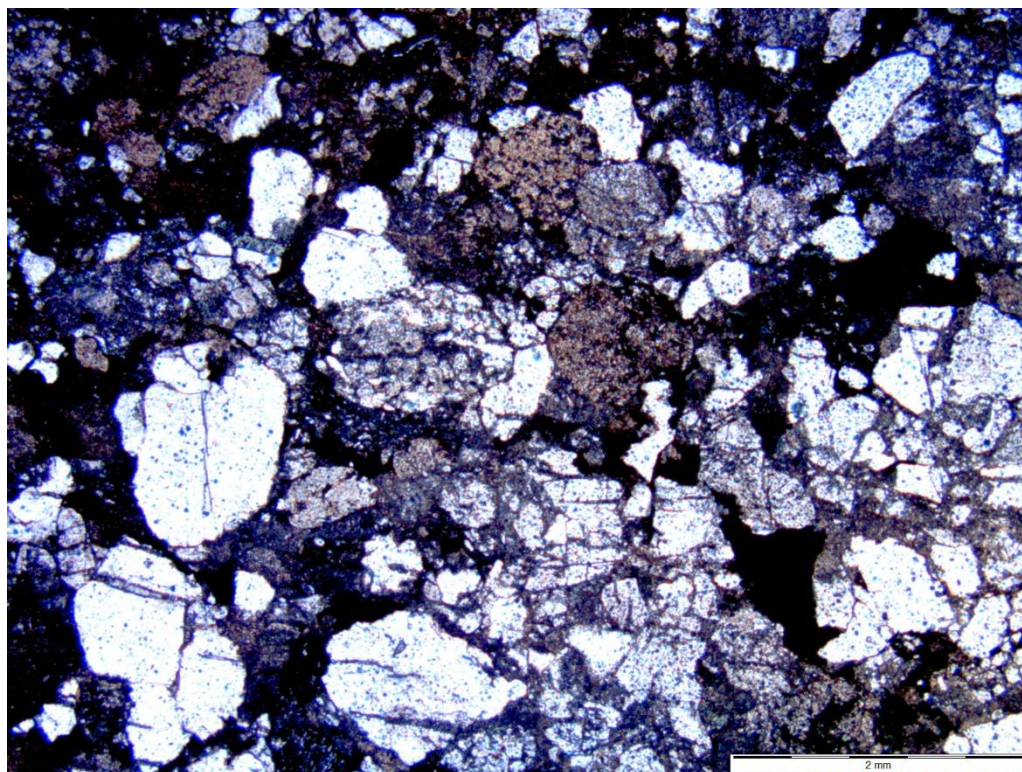
Interpretação e Discussão	Diagrama Composicional
<p>Rocha psefítica imatura, mal selecionada, clasto-suportada com matriz argilo-arenosa. Clastos subarredondados indicam proximidade moderada da fonte.</p>	
Classificação da Rocha	
<p>Conglomerado Polimítico</p>	



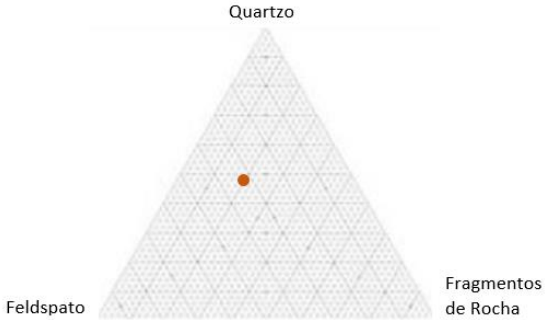
<div></div> <div>Universidade de Brasília – UnB Instituto de Geociências – IG</div>		<div>Amostra: TF 18 – XIV – 86B</div> <div>Coordenadas: 8798564; 824272</div> <div>Unidade Litológica: Formação Monte do Carmo – Unidade Sedimentar – Litofácies Psamítica</div>	
Descrição Mesoscópica e Macroscópica		Fotografia Macro	
<p>Rocha de coloração cinza esverdeada, granulometria areia fina a grossa, com quartzo cinza, plagioclásio e porções arroxeadas. Estratificação cruzada tabular.</p>			
Microscopia			
Composição da rocha	%	Composição do arcabouço	%
Fragmentos líticos	15	Quartzo	60
Arcabouço	55	Plagioclásio	30
Matriz	30	Opacos	10
		Composição da matriz	%
		Clorita	15
		Sericita	85
Textura e Estruturas			
Coesa, maciça em algumas porções e com estratificação cruzada tabular localmente.			
Descrição Microscópica			
<p>Litotipo sedimentar com clastos de rochas vulcânicas ácidas e arenitos. A matriz é composta por sericita e clorita de granulometria fina. O arcabouço é composto por grãos de quartzo e plagioclásio subangulosos. A maior quantidade de matriz define rocha matriz-suportada.</p>			



Fotomicrografias



Nicóis paralelos - grãos de quartzo subarredondados.

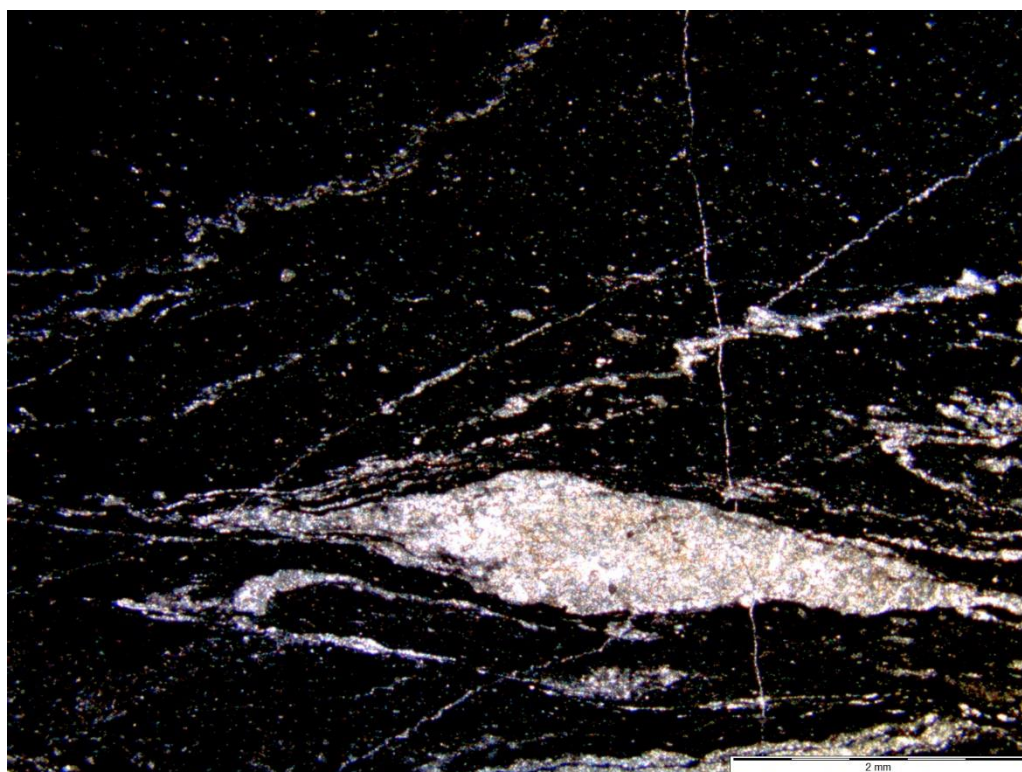
Interpretação e Discussão	Diagrama Composicional
<p>Trata-se de rocha imatura, evidenciada pela presença de clastos e granulometrias distintas. Apresenta-se moderadamente selecionada. Pode ser interpretada como tendo tido aporte de fonte moderadamente próxima.</p>	
Classificação da Rocha	
<p>Grauvaca lítica</p>	



<div></div> <div>Universidade de Brasília – UnB Instituto de Geociências – IG</div>				<div>Amostra: TF 18 – XIV – 88</div> <div>Coordenadas: 8802557; 823173</div> <div>Unidade Litológica: Intrusão Máfico-ultramáfica Marimbondo. Sequência Máfica</div>			
Descrição Mesoscópica e Macroscópica				Fotografia Macro			
<p>Rocha de granulação muito fina, foliada, cor esverdeada. Alteração intempérica gera rocha de cor alaranjada com muscovita secundária; e solo marrom-avermelhado.</p>							
Microscopia							
Composição Mineral	%	Composição Mineral	%				
Plagioclásio	20						
Quartzto	10						
Sericita	40						
Grupo do epidoto	10						
Clorita	20						
Textura e Estruturas							
Textura lepidoblástica							
Descrição Microscópica							
<p>Quartzo recristalizado e plagioclásio representando as partes de baixa birrefringência da lâmina. Pode se tratar de segregações metamórficas.</p> <p>Matriz de granulação muito fina composta por cristais de sericita, que se apresenta incolor e com cor de interferência alta. Há ainda porções de granulação fina de mineral incolor a esverdeado, de baixa birrefringência, que pode ser clorita. Cristais de relevo alto, birrefringência intermediária e coloração amarelada podem ser do grupo do epidoto. A granulação extremamente fina dificulta a identificação da mineralogia da matriz.</p> <p>A grande quantidade de mica orientada na rocha define textura lepidoblástica.</p>							



Fotomicrografias



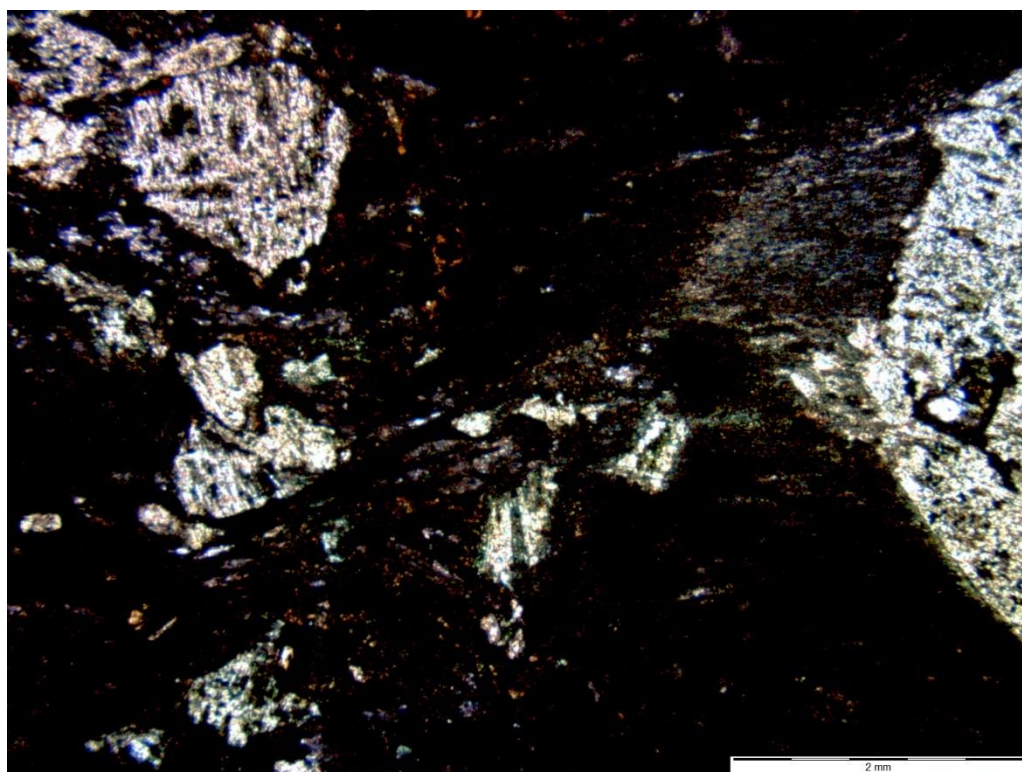
Segregações de plagioclásio sericitizado e quartzo, e matriz com mais ou menos epidoto.

Interpretação e Discussão			Diagrama Composicional
<p>Rocha deformada, milonitizada (evidenciada principalmente pelas porções com mais plagioclásio) e cisalhada. Pode se tratar de um magma máfico mais diferenciado que outros encontrados na área XIV, devido a menor quantidade de anfibólio e maior quantidade de plagioclásio, podendo evidenciar zonação e diferenciação na câmara magmática.</p>			
Paragênese	Fácies Metamórfico	Protólito	Classificação da Rocha
Clorita e quartzo	Hornfels a Xisto verde	Máfico	Sericita-clorita-xisto



		Amostra: TF 18 – XIV – 91			
Universidade de Brasília – UnB Instituto de Geociências – IG		Coordenadas: 880203; 823914			
Unidade Litológica: Intrusão Máfico-ultramáfica Marimbondo. Sequência Máfica					
Descrição Mesoscópica e Macroscópica		Fotografia Macro			
<p>Lajedo de rocha porfirítica, foliada, matriz verde e fenocristais de cor preta e euhedrais – anfibólio (da série tremolita-Fe actinolita?). Classificação: Hornblendito.</p>					
Microscopia					
Composição Mineral	%			Composição Mineral	%
Actinolita	30			Matriz fina	10
Epidoto	20				
Plagioclásio	25				
Quartzo	5				
Opacos	10				
Textura e Estruturas					
Textura lepidoblástica e porfiroblástica predominantes.					
Descrição Microscópica					
<p>Rocha com milonitização potente. Porfiroclastos de anfibolio (verdes e pleocróicos). Possivelmente actinolita (hábito acicular). Epidoto abundante na matriz foliada. Janela incolor, de relevo baixo e epidoto dentro, cor de interferência de primeira ordem: plagioclásio muito saussuritizado e cloritizado (pouco). Há um pouco de sericitização também (formação de mica - incolor, relevo baixo, extinção reta, cor de interferência de segunda ordem). Outras porções também incolores com birrefringência de primeira ordem mas menos sujo que as porções ao redor e relevo mais baixo: quartzo. O mineral mais abundante na matriz, que a deixa cinza escura e praticamente opaca, é muito fino para identificar. Dentro das massas grandes de anfibólio tem cristais de, possivelmente, anfibólios recristalizados ou biotita.</p>					


Fotomicrografias



N//. Porfiroclastos de anfibólio com inclusões de epidoto, biotita e titanita. Epidoto em porções amarronzadas, plagioclásio em porções brancas finas e matriz deformada preta.

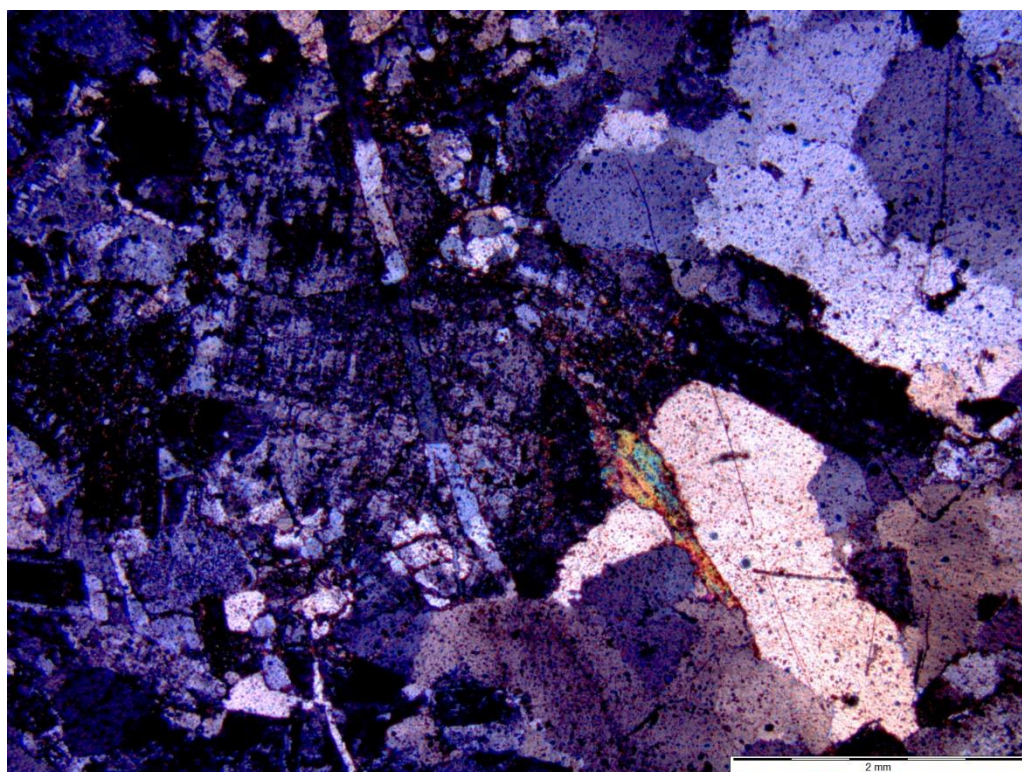
Interpretação e Discussão			Diagrama Composicional
<p>Rocha milonitizada e alterada. O metamorfismo teria se dado em estágio pré a sintectônico, evidenciado pelo arqueamento da foliação pelos porfiroclastos e formação de sombra de pressão. A mineralogia rica em minerais de Ca indica a alteração em presença de fluidos hidrotermais em zona de cisalhamento, o que é confirmado pela localização da rocha em campo. As inclusões de titanita, biotita e epidoto foram determinadas por meio de análise microscópica EDS.</p>			
Paragênese	Fácies Metamórfico	Protólito	Classificação da Rocha
Actinolita Epidoto	Prehnita-pumpellyita a Xisto-Verde baixo.	Máfico	Actinolita-epidoto-xisto milonitizado



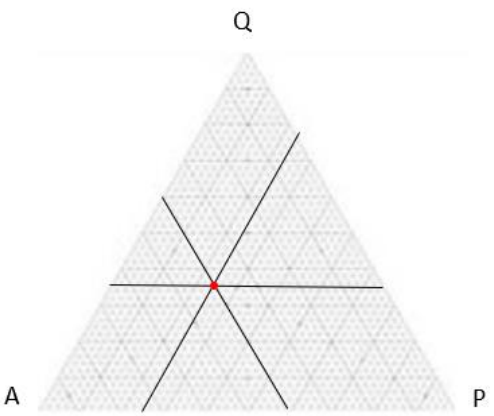
		Universidade de Brasília – UnB Instituto de Geociências – IG		Amostra: TF 18 – XIV - 118 Coordenadas: 8805314; 821352 Unidade Litológica: Suíte Ipueiras – Granito do Carmo	
Descrição Mesoscópica e Macroscópica				Fotografia Macro	
<p>Granito de granulação média, cor branca esverdeada/acinzentada, muito quartzo, pouco KF se comparado aos outros pontos de granito na área. Presença de sulfeto (pirita ou arsenopirita). Fraturamento em sua maioria com atitude NW-SE, localmente cisalhado.</p>					
Microscopia					
Composição Mineral	%	Composição Mineral	%		
Quartzo	30				
Plagioclásio	20				
Muscovita	15				
KF	35				
Fluorita	<1				
Textura e Estruturas					
Equigranular, holocristalina, fanerítica					
Descrição Microscópica					
<p>Cristais de quartzo, KF e plagioclásio de granulações grossas. Os cristais de quartzo ocorrem com leve extinção ondulante. Os cristais de plagioclásio apresentam geminação lei da albita e os de KF, textura “tabuleiro de xedrez”, indicando alteração. Cristais de muscovita ocorrem intersticiais com birrefringência alta. Presença de fluorita como acessório nos locais onde se concentra alteração, caracterizada por relevo muito baixo, isotrópica, cheia de inclusões.</p>					





Fotomicrografias



Muscovita no centro com alta birrefringência, quartzo recrystalizado e plagioclásio com geminação lei da albita.

Interpretação e Discussão	Diagrama Composicional
<p>A presença de muscovita entre os cristais de KF, plagioclásio e quartzo, bem como a alteração do KF e a ausência de minerais máficos pode indicar lixiviação desses últimos e a interação da rocha com fluidos hidrotermais. A alteração do KF pode se tratar de albitização. A deformação dos cristais de quartzo, que são observadas na extinção ondulante e na recrystalização, indica que a hidrotermalização pode ter ocorrido juntamente com um evento deformacional de natureza rúptil-dúctil. O regime foi interpretado com base no que foi observado de estruturas na lâmina TF18-XIV-70.</p>	
Classificação da Rocha	
Sienogranito hidrotermalizado	



		Amostra: TF 18 – XIV – 126 Coordenadas: 8802226; 820694 Unidade Litológica: Intrusão Máfico-ultramáfica Marimbondo. Sequência Ultramáfica.			
Descrição Mesoscópica e Macroscópica		Fotografia Macro			
<p>Lajedo de rocha arroxeadada de granulação muito fina, foliada e de coloração de alteração esverdeada. Possivelmente está hidrotermalizada e milonitizada.</p>					
Microscopia					
Composição Mineral	%			Composição Mineral	%
Clorita	15				
Opacos	55				
Quartzo	15				
Mica	10				
Plagioclásio	5				
Textura e Estruturas					
<p>Textura principalmente lepidoblástica e também nematoblástica.</p>					
Descrição Microscópica					
<p>A maior parte da lâmina é composta por opacos - óxido de ferro, definidos em análise EDS de lâmina do mesmo tipo petrográfico (TF18-XIV-39) como Ti hematita.</p> <p>Matriz formada por cristais de clorita euhedrais, de hábito prismático, com pleocroísmo de incolor a verde claro, cor de interferência verde acinzentada.</p> <p>Ainda na matriz, mica fina definida em análise EDS de lâmina do mesmo litotipo (TF18-XIV-39) como paragonita.</p> <p>Presença de segregações leucocráticas compostas por cristais de quartzo bem maiores se comparados com o restante da lâmina, gerados provavelmente por hidrotermalismo; e alguns cristais de plagioclásio.</p> <p>A rocha é bastante foliada, e possui textura lepidoblástica definida pela grande quantidade de cristais de clorita orientados.</p>					



Fotomicrografias



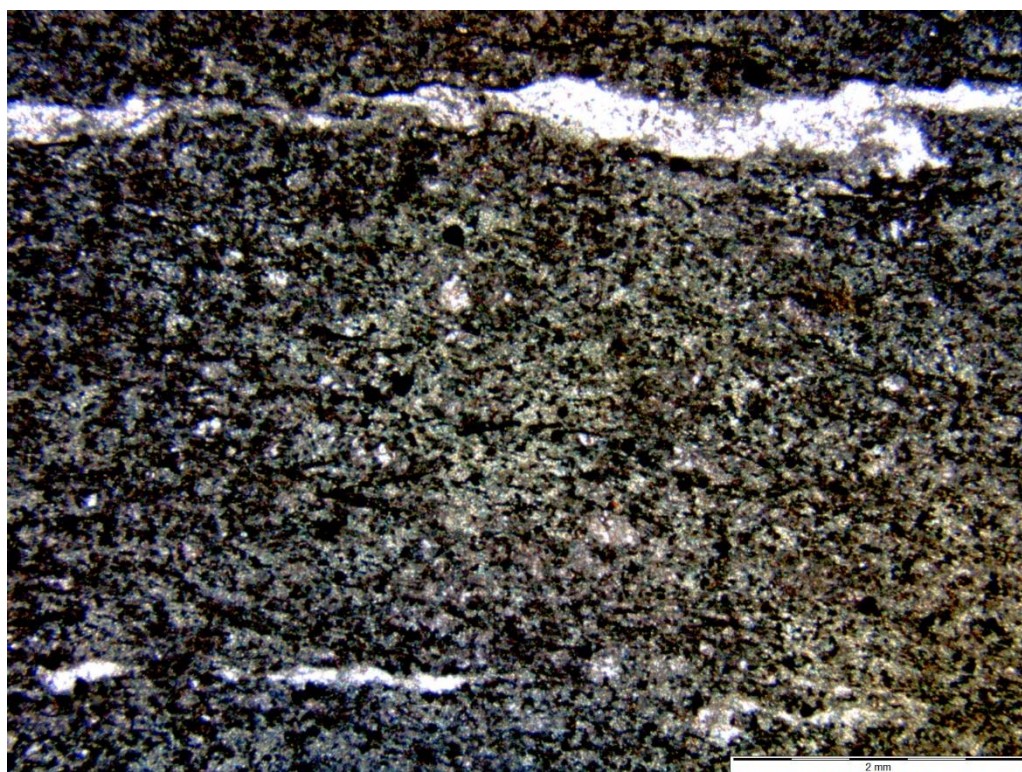
NX. Ti Hem preta, clorita, mica fina na matriz.

Interpretação e Discussão			Diagrama Composicional
<p>Minerais precusores da clorita poderiam ser anfibólio e piroxênio, mas a rocha está em um estágio muito avançado de transformação, logo é difícil determinar.</p> <p>Alteração hidrotermal avançada de rocha ultramáfica em zona de cisalhamento, pela grande quantidade de clorita e também dos opacos não magnéticos, analisados por meio de EDS e classificados como Ti hematita.</p> <p>Os cordões de quartzo e feldspato teriam se formado tardiamente por venulação em domínio dúctil.</p>			
Paragênese	Fácies Metamórfico	Protólito	Classificação da Rocha
Clorita Plagioclásio	Hornfels a Xisto-Verde	Ultramáfico	Ti hematita-clorita-xisto

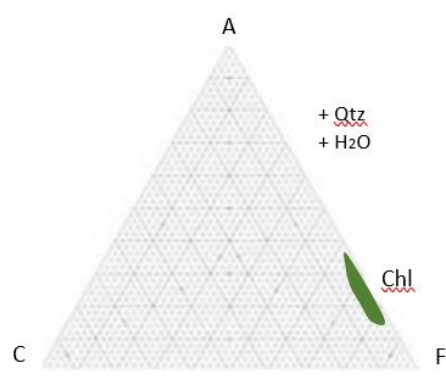


<div></div> <div>Universidade de Brasília – UnB Instituto de Geociências – IG</div>		<div>Amostra: TF 18 – XIV – 127</div> <div>Coordenadas: 8802466; 820672</div> <div>Unidade Litológica: Intrusão Máfico-ultramáfica Marimbondo. Sequência Ultramáfica.</div>			
Descrição Mesoscópica e Macroscópica		Fotografia Macro			
<div>Lajedo de rocha muito fina, verde-acinzentada, foliada, cisalhada e em base de morro.</div>					
Microscopia					
Composição Mineral	%			Composição Mineral	%
Clorita	20				
Opacos	55				
Quartzo	25				
Textura e Estruturas					
Textura lepidoblástica					
Descrição Microscópica					
<div>Clorita: mineral pleocroísmo incolor a verde claro, euhedral em hábito prismático/agulha, cor de interferência verde/cinza. Granulação fina.</div> <div>Opacos: euhedrais e de granulação fina, e na maior parte das vezes, não possui orientação preferencial.</div> <div>Cordões de quartzo posteriores e de granulação grossa, que ocorrem recrystalizados.</div> <div>Presença de fraturamento e preenchimento por fuidos ricos em Fe, apresentando oxidação alaranjada.</div> <div>Presença de textura principalmente lepidoblástica, definida pela grande quantidade de clorita orientada.</div>					

Fotomicrografias



Matriz rica em clorita e segregações leucocráticas.

Interpretação e Discussão			Diagrama Composicional
<p>Minerais precusores da clorita poderiam ser anfibólio e piroxênio, mas a rocha está em um estágio muito avançado de transformação, logo é difícil determinar. Um protólito pelítico não teria tanto Mg e Fe para recrystalizar tanta clorita. Alteração hidrotermal de rocha ultramáfica em zona de cisalhamento, o que é corroborado pela localização do afloramento, pela grande quantidade de clorita e também dos opacos, que provavelmente são Ti-Hematita, assim como na lâmina TF18-XIV-42. Os cordões de quartzo teriam se formado tardiamente por venulação em domínio rúptil-dúctil ou poderia se tratar de segregação metamórfica.</p>			
Paragênese	Fácies Metamórfico	Protólito	Classificação da Rocha
Clorita	Hornfels a Xisto-Verde	Ultramáfica	Clorita-Xisto



Anexo 12 – Tabelas de Estruturas Área XIV.

*Código utilizado no banco de dados do PMC:

- 65 – Dique
- 127 – Falha ou zona de cisalhamento transcorrente sinistral
- 149 – Foliação
- 156 – Foliação tipo C
- 175 – Junta extensional
- 183 – Lineação B (linha de charneira de dobra)
- 186 – Lineação de estiramento
- 232 – Veio

Tabela de Estruturas Lineares

Código Ponto	Código Estrutura	Sentido Mergulho	Mergulho
TF18_XIV_15	186	277	29
TF18_XIV_15	186	289	32
TF18_XIV_18	186	108	9
TF18_XIV_18	186	109	10
TF18_XIV_18	186	97	8
TF18_XIV_39	186	111	4
TF18_XIV_39	186	111	14
TF18_XIV_39	186	102	13
TF18_XIV_39	186	106	5
TF18_XIV_44	183	107	29
TF18_XIV_45	186	313	22
TF18_XIV_45	186	302	10
TF18_XIV_45	186	301	5
TF18_XIV_63	183	174	63
TF18_XIV_79	183	213	55
TF18_XIV_79	183	174	42
TF18_XIV_79	193	92	22
TF18_XIV_122	186	45	5
TF18_XIV_126	186	107	10
TF18_XIV_127	186	106	11
TF18_XIV_127	186	108	8



Tabela de Estruturas Planares

Código Ponto	Código Estrutura	Sentido Mergulho	Mergulho
TF18_XIV_45	127	93	84
TF18_XIV_45	127	84	87
TF18_XIV_45	127	87	83
TF18_XIV_45	127	93	71
TF18_XIV_45	127	86	63
TF18_XIV_45	127	93	58
TF18_XIV_45	127	240	86
TF18_XIV_45	127	251	76
TF18_XIV_45	127	253	76
TF18_XIV_45	127	250	80
TF18_XIV_101	175	342	77
TF18_XIV_62	175	357	87
TF18_XIV_62	175	276	47
TF18_XIV_62	175	342	65
TF18_XIV_62	175	280	66
TF18_XIV_62	175	260	70
TF18_XIV_62	175	254	65
TF18_XIV_62	175	73	77
TF18_XIV_62	175	354	63
TF18_XIV_62	175	183	80
TF18_XIV_62	175	177	68
TF18_XIV_62	175	177	69
TF18_XIV_62	175	183	67
TF18_XIV_62	175	278	64
TF18_XIV_62	175	283	70
TF18_XIV_62	175	266	54
TF18_XIV_62	175	276	68
TF18_XIV_62	175	272	61
TF18_XIV_1	175	142	76
TF18_XIV_1	175	352	79
TF18_XIV_1	175	141	76
TF18_XIV_1	175	355	85
TF18_XIV_1	175	309	62
TF18_XIV_1	175	127	75
TF18_XIV_1	175	143	64
TF18_XIV_1	175	268	74
TF18_XIV_1	175	184	79
TF18_XIV_1	175	1	88
TF18_XIV_1	175	248	64
TF18_XIV_1	175	252	65



Codigo Ponto	Código Estrutura	Sentido Mergulho	Mergulho
TF18_XIV_1	175	147	66
TF18_XIV_1	175	4	70
TF18_XIV_1	175	143	55
TF18_XIV_1	175	11	71
TF18_XIV_1	175	147	61
TF18_XIV_1	175	68	83
TF18_XIV_1	175	153	66
TF18_XIV_1	175	154	67
TF18_XIV_105	175	311	62
TF18_XIV_105	175	164	57
TF18_XIV_105	175	306	62
TF18_XIV_105	175	349	82
TF18_XIV_105	175	347	77
TF18_XIV_105	175	305	67
TF18_XIV_105	175	328	41
TF18_XIV_105	175	24	65
TF18_XIV_105	175	306	36
TF18_XIV_105	175	175	86
TF18_XIV_105	175	18	79
TF18_XIV_105	175	126	81
TF18_XIV_105	175	20	77
TF18_XIV_107	175	117	60
TF18_XIV_107	175	283	85
TF18_XIV_107	175	274	83
TF18_XIV_107	175	103	76
TF18_XIV_107	175	284	66
TF18_XIV_114	175	276	65
TF18_XIV_114	175	186	73
TF18_XIV_114	175	274	55
TF18_XIV_114	175	133	59
TF18_XIV_114	175	144	69
TF18_XIV_114	175	346	65
TF18_XIV_114	175	10	65
TF18_XIV_114	175	260	55
TF18_XIV_114	175	268	60
TF18_XIV_118	175	295	76
TF18_XIV_118	175	315	82
TF18_XIV_118	175	302	84
TF18_XIV_118	175	25	50
TF18_XIV_118	175	198	48
TF18_XIV_118	175	24	45



Codigo Ponto	Código Estrutura	Sentido Mergulho	Mergulho
TF18_XIV_118	175	208	66
TF18_XIV_118	175	216	81
TF18_XIV_118	175	191	45
TF18_XIV_118	175	112	28
TF18_XIV_118	175	124	35
TF18_XIV_118	175	165	26
TF18_XIV_119	175	22	84
TF18_XIV_119	175	22	68
TF18_XIV_119	175	291	52
TF18_XIV_119	175	291	66
TF18_XIV_119	175	21	72
TF18_XIV_119	175	21	68
TF18_XIV_16	175	301	86
TF18_XIV_16	175	288	65
TF18_XIV_16	175	281	56
TF18_XIV_16	175	248	57
TF18_XIV_16	175	301	58
TF18_XIV_16	175	220	53
TF18_XIV_22	175	119	75
TF18_XIV_22	175	126	55
TF18_XIV_22	175	118	51
TF18_XIV_22	175	117	74
TF18_XIV_26	175	308	89
TF18_XIV_26	175	309	86
TF18_XIV_26	175	117	87
TF18_XIV_26	175	108	84
TF18_XIV_26	175	106	80
TF18_XIV_3	175	77	89
TF18_XIV_3	175	359	69
TF18_XIV_3	175	360	65
TF18_XIV_3	175	11	72
TF18_XIV_3	175	352	76
TF18_XIV_3	175	94	76
TF18_XIV_3	175	354	75
TF18_XIV_3	175	233	50
TF18_XIV_3	175	200	66
TF18_XIV_3	175	1	62
TF18_XIV_3	175	359	68
TF18_XIV_3	175	358	66
TF18_XIV_4	175	155	86
TF18_XIV_4	175	156	85



Codigo Ponto	Código Estrutura	Sentido Mergulho	Mergulho
TF18_XIV_4	175	282	70
TF18_XIV_4	175	281	67
TF18_XIV_4	175	166	20
TF18_XIV_4	175	273	81
TF18_XIV_4	175	272	78
TF18_XIV_4	175	146	53
TF18_XIV_4	175	267	67
TF18_XIV_4	175	264	80
TF18_XIV_4	175	320	61
TF18_XIV_4	175	323	65
TF18_XIV_63	175	165	41
TF18_XIV_63	175	123	69
TF18_XIV_63	175	113	58
TF18_XIV_63	175	208	83
TF18_XIV_63	175	26	71
TF18_XIV_63	175	15	64
TF18_XIV_63	175	90	55
TF18_XIV_63	175	72	59
TF18_XIV_63	175	188	79
TF18_XIV_63	175	12	88
TF18_XIV_63	175	10	88
TF18_XIV_63	175	107	83
TF18_XIV_63	175	134	70
TF18_XIV_63	175	252	62
TF18_XIV_63	175	239	71
TF18_XIV_63	175	109	62
TF18_XIV_63	175	314	69
TF18_XIV_63	175	314	61
TF18_XIV_63	175	315	67
TF18_XIV_63	175	316	75
TF18_XIV_63	175	319	59
TF18_XIV_63	175	325	48
TF18_XIV_63	175	334	53
TF18_XIV_63	175	316	62
TF18_XIV_63	175	318	64
TF18_XIV_63	175	320	70
TF18_XIV_63	175	245	88
TF18_XIV_63	175	314	65
TF18_XIV_63	175	319	68
TF18_XIV_63	175	322	69
TF18_XIV_63	175	3	64



Codigo Ponto	Código Estrutura	Sentido Mergulho	Mergulho
TF18_XIV_63	175	322	59
TF18_XIV_63	175	327	44
TF18_XIV_63	175	327	40
TF18_XIV_63	175	15	80
TF18_XIV_63	175	314	74
TF18_XIV_63	175	281	69
TF18_XIV_64	175	325	60
TF18_XIV_64	175	322	66
TF18_XIV_68	175	35	83
TF18_XIV_68	175	53	85
TF18_XIV_68	175	209	76
TF18_XIV_68	175	220	78
TF18_XIV_68	175	226	87
TF18_XIV_68	175	76	86
TF18_XIV_68	175	357	72
TF18_XIV_70	175	9	70
TF18_XIV_70	175	346	84
TF18_XIV_70	175	103	72
TF18_XIV_70	175	262	45
TF18_XIV_70	175	158	44
TF18_XIV_70	175	3	81
TF18_XIV_70	175	172	86
TF18_XIV_70	175	230	85
TF18_XIV_70	175	174	86
TF18_XIV_70	175	206	85
TF18_XIV_73	175	236	84
TF18_XIV_73	175	287	85
TF18_XIV_73	175	36	88
TF18_XIV_73	175	115	78
TF18_XIV_73	175	23	77
TF18_XIV_73	175	222	79
TF18_XIV_73	175	294	88
TF18_XIV_73	175	258	76
TF18_XIV_73	175	208	67
TF18_XIV_73	175	89	73
TF18_XIV_74	175	38	40
TF18_XIV_75	175	102	83
TF18_XIV_75	175	96	79
TF18_XIV_75	175	97	83
TF18_XIV_75	175	103	79
TF18_XIV_75	175	137	64



Codigo Ponto	Código Estrutura	Sentido Mergulho	Mergulho
TF18_XIV_75	175	184	83
TF18_XIV_75	175	190	86
TF18_XIV_75	175	180	89
TF18_XIV_75	175	286	71
TF18_XIV_75	175	2	88
TF18_XIV_79	175	310	76
TF18_XIV_79	175	314	70
TF18_XIV_79	175	3	75
TF18_XIV_79	175	286	54
TF18_XIV_79	175	51	53
TF18_XIV_81	175	350	79
TF18_XIV_81	175	162	85
TF18_XIV_81	175	279	65
TF18_XIV_81	175	329	66
TF18_XIV_81	175	273	71
TF18_XIV_81	175	269	65
TF18_XIV_86	175	351	81
TF18_XIV_86	175	133	53
TF18_XIV_86	175	195	50
TF18_XIV_86	175	141	52
TF18_XIV_86	175	142	56
TF18_XIV_86	175	25	79
TF18_XIV_86	175	137	57
TF18_XIV_86	175	60	74
TF18_XIV_86	175	20	72
TF18_XIV_86	175	350	79
TF18_XIV_87	175	285	86
TF18_XIV_87	175	289	81
TF18_XIV_88	175	105	79
TF18_XIV_88	175	136	60
TF18_XIV_91	175	290	70
TF18_XIV_91	175	177	75
TF18_XIV_94	175	276	49
TF18_XIV_94	175	275	48
TF18_XIV_94	175	278	46
TF18_XIV_108	175	11	75
TF18_XIV_108	175	244	79
TF18_XIV_108	175	117	80
TF18_XIV_108	175	119	79
TF18_XIV_108	175	249	82
TF18_XIV_108	175	249	86



Codigo Ponto	Código Estrutura	Sentido Mergulho	Mergulho
TF18_XIV_108	175	244	83
TF18_XIV_16	175	215	62
TF18_XIV_18	175	289	49
TF18_XIV_18	175	225	80
TF18_XIV_18	175	118	36
TF18_XIV_18	175	108	39
TF18_XIV_18	175	262	77
TF18_XIV_18	175	119	16
TF18_XIV_18	175	254	23
TF18_XIV_18	175	266	16
TF18_XIV_6	175	84	51
TF18_XIV_6	175	107	51
TF18_XIV_6	175	116	54
TF18_XIV_6	175	103	51
TF18_XIV_6	175	132	55
TF18_XIV_6	175	120	58
TF18_XIV_31	175	220	74
TF18_XIV_31	175	289	84
TF18_XIV_31	175	359	74
TF18_XIV_31	175	268	89
TF18_XIV_31	175	356	64
TF18_XIV_31	175	112	84
TF18_XIV_31	175	104	61
TF18_XIV_31	175	115	62
TF18_XIV_31	175	262	66
TF18_XIV_31	175	199	86
TF18_XIV_33	175	254	76
TF18_XIV_33	175	348	57
TF18_XIV_33	175	314	59
TF18_XIV_33	175	174	68
TF18_XIV_33	175	187	61
TF18_XIV_33	175	192	58
TF18_XIV_33	175	195	57
TF18_XIV_33	175	190	55
TF18_XIV_60	175	161	70
TF18_XIV_60	175	154	59
TF18_XIV_60	175	167	45
TF18_XIV_60	175	158	48
TF18_XIV_60	175	155	47
TF18_XIV_60	175	169	55
TF18_XIV_61	175	97	72



Codigo Ponto	Código Estrutura	Sentido Mergulho	Mergulho
TF18_XIV_61	175	233	89
TF18_XIV_61	175	250	74
TF18_XIV_61	175	244	63
TF18_XIV_61	175	256	63
TF18_XIV_61	175	251	66
TF18_XIV_61	175	258	62
TF18_XIV_43	175	42	64
TF18_XIV_43	175	50	63
TF18_XIV_43	175	49	68
TF18_XIV_43	175	73	67
TF18_XIV_43	175	46	55
TF18_XIV_43	175	47	53
TF18_XIV_43	175	46	61
TF18_XIV_43	175	317	62
TF18_XIV_43	175	301	63
TF18_XIV_43	175	309	69
TF18_XIV_43	175	283	61
TF18_XIV_43	175	313	52
TF18_XIV_43	175	318	56
TF18_XIV_43	175	309	42
TF18_XIV_43	175	318	46
TF18_XIV_43	175	242	73
TF18_XIV_43	175	265	78
TF18_XIV_43	175	276	72
TF18_XIV_44	175	44	71
TF18_XIV_44	175	10	58
TF18_XIV_44	175	16	68
TF18_XIV_44	175	24	62
TF18_XIV_47	175	22	84
TF18_XIV_47	175	214	69
TF18_XIV_47	175	30	67
TF18_XIV_47	175	252	57
TF18_XIV_47	175	310	58
TF18_XIV_47	175	289	45
TF18_XIV_47	175	89	87
TF18_XIV_47	175	90	84
TF18_XIV_48	175	300	53
TF18_XIV_48	175	300	62
TF18_XIV_48	175	294	63
TF18_XIV_30	175	212	79
TF18_XIV_30	175	103	66



Codigo Ponto	Código Estrutura	Sentido Mergulho	Mergulho
TF18_XIV_30	175	101	74
TF18_XIV_30	175	103	76
TF18_XIV_30	175	105	68
TF18_XIV_30	175	359	71
TF18_XIV_30	175	358	61
TF18_XIV_30	175	209	69
TF18_XIV_30	175	210	72
TF18_XIV_30	175	205	78
TF18_XIV_30	175	210	70
TF18_XIV_30	175	213	73
TF18_XIV_30	175	206	71
TF18_XIV_46	175	147	67
TF18_XIV_46	175	245	44
TF18_XIV_46	175	139	71
TF18_XIV_18	232	286	52
TF18_XIV_18	232	288	27
TF18_XIV_52	65	164	50
TF18_XIV_70	65	1	85
TF18_XIV_70	65	0	85



Tabela de Foliações

Código Ponto	Código Estrutura	Sentido Mergulho	Mergulho
TF18_XIV_108	149	125	51
TF18_XIV_108	149	111	41
TF18_XIV_108	149	121	60
TF18_XIV_108	149	126	52
TF18_XIV_112	149	119	47
TF18_XIV_112	149	126	33
TF18_XIV_112	149	113	46
TF18_XIV_112	149	116	41
TF18_XIV_112	149	118	49
TF18_XIV_47	149	103	35
TF18_XIV_47	149	104	42
TF18_XIV_47	149	94	31
TF18_XIV_47	149	96	36
TF18_XIV_47	149	93	39
TF18_XIV_47	149	94	37
TF18_XIV_47	149	86	35
TF18_XIV_47	149	96	35
TF18_XIV_47	149	88	21
TF18_XIV_47	149	121	36
TF18_XIV_47	149	106	38
TF18_XIV_47	149	98	46
TF18_XIV_47	149	89	35
TF18_XIV_47	149	136	31
TF18_XIV_47	149	132	21
TF18_XIV_47	149	164	32
TF18_XIV_47	149	147	32
TF18_XIV_47	149	138	35
TF18_XIV_47	149	144	32
TF18_XIV_47	149	98	40
TF18_XIV_47	149	105	47
TF18_XIV_49	149	106	32
TF18_XIV_49	149	144	47
TF18_XIV_49	149	83	31
TF18_XIV_49	149	91	34
TF18_XIV_49	149	107	31
TF18_XIV_49	149	108	28
TF18_XIV_49	149	112	25
TF18_XIV_49	149	108	28
TF18_XIV_49	149	97	32
TF18_XIV_49	149	98	42



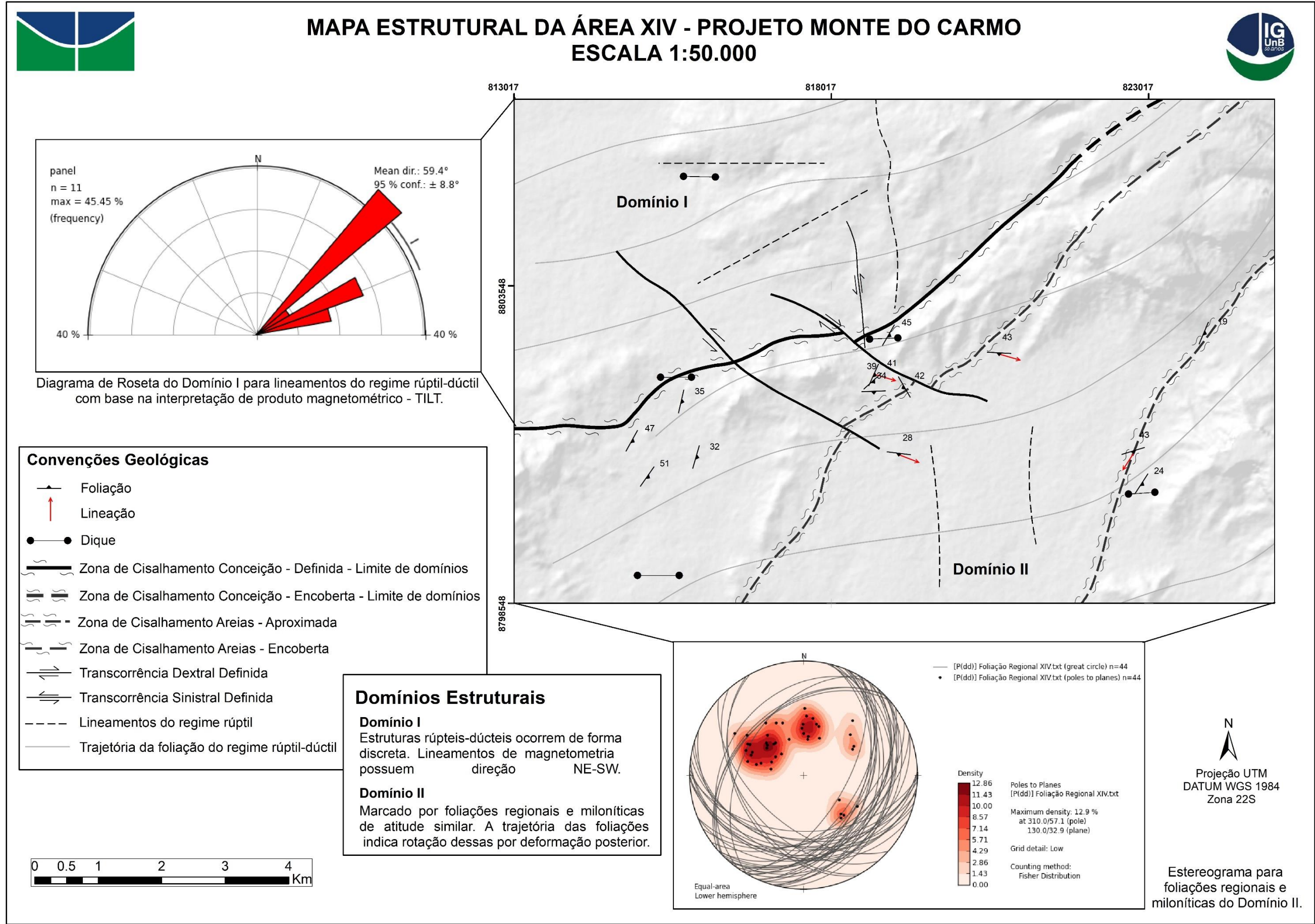
Codigo Ponto	Código Estrutura	Sentido Mergulho	Mergulho
TF18_XIV_61	149	120	45
TF18_XIV_61	149	158	28
TF18_XIV_61	149	139	31
TF18_XIV_61	149	106	36
TF18_XIV_61	149	106	33
TF18_XIV_61	149	105	36
TF18_XIV_61	149	144	56
TF18_XIV_79	149	165	44
TF18_XIV_79	149	156	30
TF18_XIV_79	149	151	28
TF18_XIV_79	149	144	26
TF18_XIV_79	149	86	24
TF18_XIV_79	149	111	23
TF18_XIV_81	149	123	24
TF18_XIV_81	149	101	24
TF18_XIV_81	149	96	34
TF18_XIV_81	149	101	27
TF18_XIV_81	149	134	22
TF18_XIV_81	149	147	24
TF18_XIV_81	149	115	21
TF18_XIV_87	149	319	41
TF18_XIV_87	149	305	31
TF18_XIV_87	149	300	45
TF18_XIV_87	149	310	33
TF18_XIV_91	149	113	19
TF18_XIV_91	149	100	17
TF18_XIV_91	149	114	20
TF18_XIV_91	149	124	14
TF18_XIV_122	149	23	36
TF18_XIV_122	149	316	39
TF18_XIV_122	149	315	41
TF18_XIV_37	156	138	39
TF18_XIV_37	156	130	34
TF18_XIV_37	156	131	36
TF18_XIV_37	156	134	34
TF18_XIV_37	156	155	34
TF18_XIV_37	156	140	27
TF18_XIV_37	156	150	27
TF18_XIV_37	156	164	32
TF18_XIV_37	156	143	46
TF18_XIV_37	156	138	38



Codigo Ponto	Código Estrutura	Sentido Mergulho	Mergulho
TF18_XIV_37	156	142	26
TF18_XIV_38	156	179	37
TF18_XIV_38	156	178	34
TF18_XIV_38	156	181	49
TF18_XIV_38	156	180	37
TF18_XIV_38	156	187	31
TF18_XIV_44	156	114	41
TF18_XIV_44	156	152	43
TF18_XIV_44	156	158	41
TF18_XIV_44	156	155	45
TF18_XIV_44	156	124	33
TF18_XIV_44	156	103	44
TF18_XIV_44	156	104	39
TF18_XIV_44	156	97	41
TF18_XIV_44	156	133	31
TF18_XIV_44	156	129	46
TF18_XIV_44	156	138	40
TF18_XIV_44	156	120	39
TF18_XIV_44	156	94	44
TF18_XIV_44	156	131	38
TF18_XIV_44	156	326	28
TF18_XIV_44	156	333	37
TF18_XIV_44	156	327	35
TF18_XIV_44	156	356	45
TF18_XIV_44	156	358	42
TF18_XIV_44	156	91	30
TF18_XIV_44	156	88	33
TF18_XIV_44	156	118	45
TF18_XIV_44	156	91	35
TF18_XIV_44	156	141	53
TF18_XIV_44	156	126	41
TF18_XIV_44	156	132	40
TF18_XIV_44	156	131	45
TF18_XIV_74	156	351	65



Anexo 13 – Mapa Estrutural Área XIV.





ANEXO 14 – Comparações Cartográficas.

